

COMMITTENTE:



PROGETTAZIONE:



DIREZIONE TECNICA

U.O. GEOLOGIA TECNICA, DELL'AMBIENTE E DEL TERRITORIO

PROGETTO FATTIBILITÀ TECNICO ECONOMICA

POTENZIAMENTO INFRASTRUTTURALE ORTE-FALCONARA

RADDOPPIO DELLA TRATTA PM228-CASTELPLANIO

Lotto 2

PIANO DI UTILIZZO DEI MATERIALI DI SCAVO AI SENSI DEL D.P.R. 120/2017

Relazione Generale

SCALA:

-

COMMESSA LOTTO FASE ENTE TIPO DOC. OPERA/DISCIPLINA PROGR. REV.

I R O F 0 2 R 6 9 R G T A 0 0 0 0 0 0 0 2 A

Rev.	Descrizione	Redatto	Data	Verificato	Data	Approvato	Data	Autorizzato	Data
A	Emissione Definitiva	M. Mulè	Nov. 2021	D. Bensaadi	Nov. 2021	C. Urguoli	Nov. 2021	S. Padulosi	Nov. 2021

ITALFERR S.p.A.
Ing. Padulosi Sara
Ordine degli Ingegneri di Roma
n. 25827 sez. A

File: IR0F02R69RGTA0000002A.doc

n. Elab.:

Piano di Utilizzo dei materiali di scavo	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	PAG.
Relazione Generale	IR0F	02	R 69	RG TA 00 00 002	A	2/70

INDICE

1	PREMESSA	4
2	RIFERIMENTI NORMATIVI	7
2.1	DEFINIZIONE E CONDIZIONI DI APPLICABILITÀ DEL D.P.R. 120/17	7
3	CONFORMITA' DEL PIANO DI UTILIZZO ALL'ALLEGATO 5 DEL D.P.R. 120/2017	11
4	SITI DI PRODUZIONE	14
4.1	INQUADRAMENTO TERRITORIALE E TOPO-CARTOGRAFICO	14
4.1.1	<i>Caratteristiche del progetto</i>	15
4.1.2	<i>Descrizione delle fasi esecutive dei lavori</i>	18
	INQUADRAMENTO URBANISTICO	21
4.2	INQUADRAMENTO GEOLOGICO ED IDROGEOLOGICO	25
4.2.1	<i>Inquadramento geologico</i>	25
4.2.2	<i>Inquadramento geomorfologico</i>	27
4.2.3	<i>Inquadramento idrogeologico</i>	28
4.2.4	<i>Interpretazione stratigrafica lungo il tracciato</i>	31
4.2.5	<i>Interpretazione idrogeologica lungo il tracciato</i>	32
4.2.6	<i>Cartografia del Piano per l'Assetto Idrogeologico</i>	32
4.3	USO PREGRESSO DEL SITO ED INTERFERENZE CON AREE A RISCHIO CONTAMINAZIONE	40
4.4	CAMPIONAMENTO ED ANALISI	41
4.4.1	<i>Indagini ambientali sui terreni lungo linea</i>	41
4.4.2	<i>Indagini ambientali sulle acque sotterranee</i>	46
5	METODICHE DI SCAVO, ANALISI E OPERAZIONI SUI SOTTOPRODOTTI	48
5.1	TECNICHE DI SCAVO	48
5.1.1	<i>Scavo Tradizionale</i>	48

Piano di Utilizzo dei materiali di scavo	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	PAG.
Relazione Generale	IR0F	02	R 69	RG TA 00 00 002	A	3/70

5.2	QUADRO DEI MATERIALI DI SCAVO PRODOTTI	49
5.3	TRATTAMENTI DI NORMALE PRATICA INDUSTRIALE	50
5.4	ATTIVITÀ DI CONTROLLO E MONITORAGGIO IN CORSO D'OPERA	50
5.4.1	<i>Modalità di caratterizzazione dei materiali di scavo</i>	<i>51</i>
5.4.2	<i>Rispetto dei requisiti di qualità ambientale</i>	<i>53</i>
5.4.3	<i>Monitoraggio ambientale connesso al piano di utilizzo (CO).....</i>	<i>54</i>
6	SITI DI DEPOSITO INTERMEDIO	56
6.1	DEPOSITO INTERMEDIO	56
6.1.1	<i>Sistema di cantierizzazione</i>	<i>56</i>
6.1.2	<i>Modalità di deposito dei materiali di scavo</i>	<i>59</i>
6.1.3	<i>Modalità di Trasporto</i>	<i>61</i>
6.2	CARATTERIZZAZIONE DELLE AREE DI DEPOSITO INTERMEDIO	62
7	SITI DI DEPOSITO FINALE	63
7.1	RIUTILIZZO FINALE INTERNO AL PROGETTO.....	64
7.2	RIUTILIZZO FINALE ESTERNO AL PROGETTO	64
7.3	CARATTERIZZAZIONE DEI SITI DI DEPOSITO FINALE INDIVIDUATI.....	67
7.3.1	<i>Modalità di campionamento ed esiti della caratterizzazione</i>	<i>67</i>
7.4	EFFICACIA DEL PIANO DI UTILIZZO	67

ALLEGATI

Allegato 1: Quantitativi di materiali di scavo prodotti e Tabella di Riutilizzo

Allegato 2: Cronoprogramma lavori

Allegato 3: Attività di ricerca sull'impatto ambientale delle bentoniti per applicazioni di ingegneria civile ("GEEG – Geotechnical & Environmental Engineering Group" startup di "Sapienza – Università di Roma")

1 PREMESSA

Il presente documento rappresenta il Piano di Utilizzo dei materiali di scavo (di seguito PUT), redatto secondo le indicazioni del Decreto del Presidente della Repubblica del 13 giugno 2017, n. 120 "Regolamento recante la disciplina semplificata della gestione delle terre e rocce da scavo, ai sensi dell'articolo 8 del decreto-legge 12 settembre 2014, n. 133, convertito, con modificazioni, dalla legge 11 novembre 2014, n. 164" e si prefigge lo scopo di rappresentare le modalità di gestione e di utilizzo dei materiali da scavo prodotti nell'ambito dei lavori per la realizzazione del raddoppio ferroviario della tratta Castelplanio - Lotto 2 delle opere di velocizzazione della linea Orte - Falconara.

Il Progetto in argomento è il raddoppio della linea storica, sia in stretto affiancamento che su nuovo tracciato in variante, suddiviso in tre Lotti Funzionali:

1. PM228-Bivio Nord-Albacina
2. Bivio Nord-Albacina- Serra San Quirico (i)
3. Serra San Quirico (e)-Castelplanio (e)

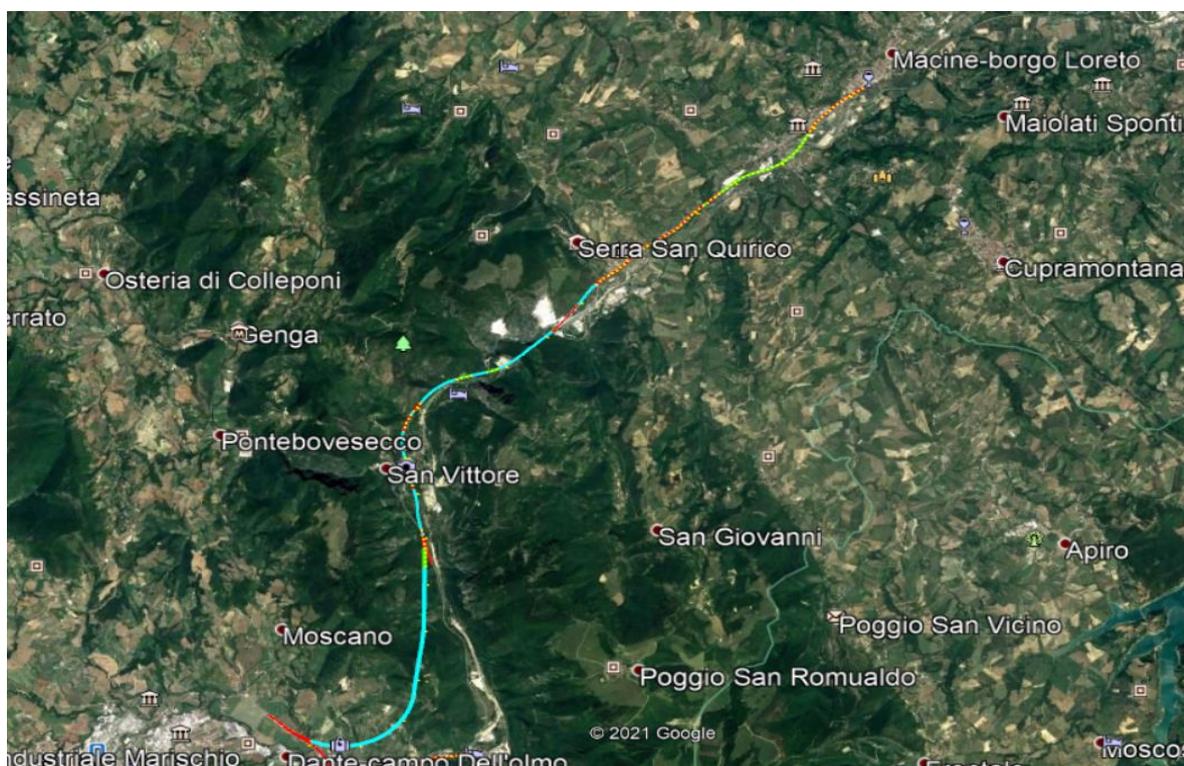


Figura 1-1– Inquadramento generale raddoppio ferroviario tratta PM228 – Castelplanio su ortofoto

L'opera di raddoppio è caratterizzata sia da tratti all'aperto con rilevati, trincee e viadotti ma anche da opere al chiuso come gallerie artificiali e naturali; si sviluppa quasi interamente in variante con brevi tratti in stretto affiancamento alla linea esistente.

Di recente gli interventi per il potenziamento della linea ferroviaria Orte – Falconara sono stati inseriti all'interno del Piano Nazionale di Ripresa e Resilienza (PNRR), piano nazionale di attuazione del Next Generation EU; quest'ultimo è lo strumento temporaneo pensato per stimolare la ripresa europea, e costituisce il più ingente pacchetto di misure di stimolo mai finanziato in Europa per la sua ricostruzione dopo la pandemia di COVID-19. L'obiettivo generale è di realizzare un'Europa più ecologica, digitale e resiliente.

Come richiamato anche nel PNRR, la Commissione Europea ha indicato come obiettivo, per i prossimi anni, l'aumento del traffico ferroviario e del trasporto intermodale su rotaia e su vie navigabili interne per competere alla pari con il trasporto su strada. Per raggiungere gli obiettivi prefissati, le opere finanziate dalla CE su elencate, dovranno essere realizzate entro il 2026.

La presente relazione riguarderà la tratta Castelplanio (lotto 2).

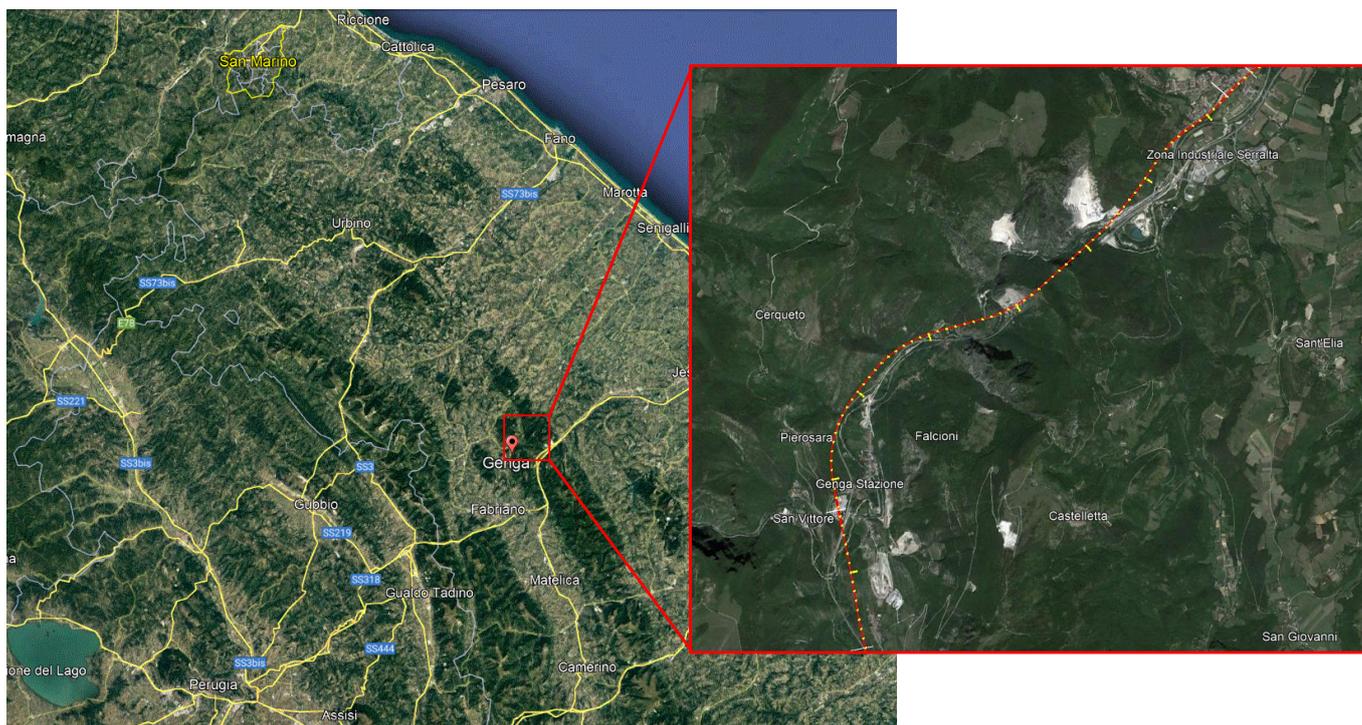


Figura 1-2 – Inquadramento territoriale della linea ferroviaria oggetto di intervento

Dal punto di vista realizzativo, il Lotto 2 è quello che verrà realizzato per primo; il binario pari del lotto 2 inizia alla pk 237+859 della linea storica mentre l'intervento termina sul binario dispari alla pk 246+958 per uno sviluppo pari a 8+889,982 riferita al binario dispari.

Il Piano di Utilizzo, redatto secondo le indicazioni di cui all'Allegato 5 del Decreto sopra citato e secondo le "Linee Guida sull'applicazione della disciplina l'utilizzo delle terre e rocce da scavo" del nuovo manuale pubblicato dal Consiglio del SNPA (Sistema Nazionale per la Protezione Ambientale), con delibera n. 54/2019 di approvazione, costituisce parte integrante del Progetto di Fattibilità Tecnico Economica e descrive le modalità di gestione dei materiali da scavo prodotti dai lavori di realizzazione dell'opera ferroviaria. In particolare, il documento indica le quantità e le modalità di gestione delle terre e dei materiali che si originano nell'ambito delle attività di realizzazione delle opere, nelle fasi di produzione, trasporto ed utilizzo, nonché il processo di tracciabilità dei materiali dai siti di produzione ai siti di deposito intermedio ed ai siti di destinazione.

Il documento, pertanto, contiene le informazioni necessarie ad appurare che i materiali derivanti dalle operazioni di scavo eseguite per la realizzazione dell'opera in progetto rispondano ai criteri dettati dal Regolamento e stabiliti sulla base delle condizioni previste dall'art. 184bis, comma 1 del D.Lgs. n. 152 del 2006 e ss.mm.ii., in modo da poter essere escluse dal regime normativo dei rifiuti e quindi essere gestite come sottoprodotti ai sensi dell'art. 183, comma 1, lett. qq) del Decreto.

Tale approccio risponde all'esigenza di migliorare l'uso delle risorse naturali limitando, di fatto, il ricorso all'approvvigionamento di materiali da cava, e di prevenire, nel rispetto dell'art. 179, comma 1, del D.Lgs. n. 152 del 2006 e ss.mm.ii, la produzione di rifiuti.

2 RIFERIMENTI NORMATIVI

Il Piano di Utilizzo dei materiali di scavo è stato redatto in conformità al D.P.R. 120/2017. Tuttavia, a titolo esemplificativo ma non esaustivo, si riportano di seguito le principali disposizioni normative nazionali e locali applicabili alle finalità del presente studio:

- **Decreto Ministero dell'Ambiente del 1 marzo 2019, n. 46** - Regolamento relativo agli interventi di bonifica, di ripristino ambientale e di messa in sicurezza, d'emergenza, operativa e permanente, delle aree destinate alla produzione agricola e all'allevamento, ai sensi dell'articolo 241 del decreto legislativo 3 aprile 2006, n. 152.
- **Decreto del Presidente della Repubblica del 13 giugno 2017, n. 120** - "Regolamento recante la disciplina semplificata della gestione delle terre e rocce da scavo, ai sensi dell'articolo 8 del decreto-legge 12 settembre 2014, n. 133, convertito, con modificazioni, dalla legge 11 novembre 2014, n. 164";
- **Decreto Legislativo 3 aprile 2006, n. 152 e s.m.i.** - "Norme in materia Ambientale". Il D.Lgs. recepisce in toto l'articolato del Decreto Legislativo 5 febbraio 1997 n. 22 relativamente ai rifiuti;
- **Decreto Ministeriale 5 febbraio 1998 e s.m.i.** - Individuazione dei rifiuti non pericolosi sottoposti alle procedure semplificate di recupero ai sensi degli articoli 31 e 33 del decreto legislativo 5 febbraio 1997, n. 22.

Per far fronte alla continua evoluzione della normativa relativa a ciascuna delle matrici ambientali significative sottodescritte, il Gruppo Ferrovie dello Stato, nel rispetto dei requisiti generali previsti dalla norma UNI EN ISO 14001, si è dotato di un presidio normativo, contenente i principali riferimenti a carattere nazionale e regionale, disponibile online all'indirizzo <http://presidionormativo.italferr.it/>

2.1 Definizione e condizioni di applicabilità del D.P.R. 120/17

Con particolare riferimento all'applicazione del D.P.R. 120/2017 e a quanto riportato all'art. 2 (Definizioni) comma 1 dello stesso, si riportano di seguito gli elementi chiave inerenti alla gestione delle terre e rocce da scavo in qualità di sottoprodotti provenienti dall'opera ferroviaria in progetto:

- si considerano lavori, tutte le attività di costruzione, scavo, demolizione, recupero, ristrutturazione, restauro e manutenzione relativi alle lavorazioni inerenti al progetto di Raddoppio Ferroviario della tratta PM228-Castelplanio, Lotto 2;
- si considera come opera, ai sensi dell'art. 2 del D.P.R. 120/2017, l'insieme dei lavori di realizzazione del raddoppio ferroviario della tratta PM228-Castelplanio, Lotto 2, della linea Orte - Falconara;

- sono considerate terre e rocce da scavo tutti i materiali derivanti dagli scavi finalizzati alla realizzazione dell'opera ferroviaria, anche contenenti materiali antropici (vedi definizione succitata), conformi ai limiti di cui alle colonne A e B, Tabella 1, allegato 5 alla parte IV del D.Lgs 152/06 e ss.mm.ii; le terre e rocce da scavo sono costituite da suolo derivante da attività di scavo attraverso tradizionali mezzi meccanici con l'utilizzo di materiali per il consolidamento delle opere di fondazione;
- l'Autorità Competente di cui all'art. 5, comma 1, lettera o) del D.Lgs. 152/2006 e s.m.i. è identificata nel Ministero della Transizione Ecologica;
- i siti di produzione in cui sono generate le terre e rocce da scavo, sono le wbs/parti d'opera in cui è stata suddivisa l'opera, in funzione della loro ubicazione, così come individuati nel presente Piano di Utilizzo;
- i siti di deposito intermedio previsti sono le aree di stoccaggio denominate AS01, AS02, AS03, AS04, AS05, AS06, AS07, AS08, AS09, AS10 e i siti di deposito terre denominati DT.01, DT.02, DT.03.
- i siti di destinazione sono wbs/parti d'opera facenti parte dell'opera stessa o siti esterni in cui il sottoprodotto verrà utilizzato come di seguito individuati;
- il Proponente che presenta il Piano di Utilizzo è RFI S.p.A. (di cui Italferr S.p.A. rappresenta il soggetto tecnico)
- il Produttore delle terre e rocce da scavo, sarà il soggetto (o più soggetti) incaricato da RFI S.p.A. affidatario dei lavori.
- l'Esecutore che attuerà il Piano di Utilizzo sarà il Produttore delle terre e rocce da scavo per le wbs/parti d'opera interne al cantiere nonché il soggetto (o più soggetti) incaricato da RFI S.p.A. e il Proprietario/Gestore dei siti di destinazione finale esterni.

Inoltre, in riferimento a quanto previsto dall'art. 4 (Criteri per qualificare le terre e rocce da scavo come sottoprodotti) del D.P.R. 120/2017, si riportano di seguito i requisiti che le terre e rocce da scavo oggetto del presente Piano di Utilizzo soddisfano per essere qualificate sottoprodotti, in dettaglio:

- le terre e rocce da scavo saranno prodotte dai lavori di realizzazione del raddoppio ferroviario della tratta PM228-Castelplanio, Lotto 2, il cui scopo primario non è la produzione di tale materiale;
- le terre e rocce da scavo prodotte saranno utilizzate secondo quanto definito nel presente Piano di Utilizzo in parte per la formazione di opere in terra e/o di opere di rinverdimento e mitigazione

ambientale nell'ambito dei lavori in oggetto ed in parte per il rimodellamento dei siti di deposito definitivi individuati nel presente documento;

- le terre e rocce da scavo sono idonee ad essere utilizzate al termine del ciclo di produzione eventualmente previo trattamento di normale pratica industriale;
- come riportato di seguito nel presente documento sulla base delle indagini di caratterizzazione ambientale ad oggi eseguite, il materiale da scavo soddisfa i requisiti di qualità ambientale secondo l'Allegato 4 del suddetto Decreto, riportante le *"Procedure di caratterizzazione chimico-fisica e accertamento delle qualità ambientali"*. Tali requisiti verranno inoltre confermati attraverso le ulteriori indagini che verranno eseguite in corso d'opera ai sensi dell'Allegato 9 *"Procedure di campionamento in corso d'opera e per i controlli e per le ispezioni"*.

Il comma 3 definisce sia la percentuale in peso pari al 20% massimo di componente antropico possibile presente affinché una terra e roccia da scavo possa essere qualificata come riporto e quindi come sottoprodotto, nonché quali sono i parametri di qualità ambientale per tali materiali oltre ai requisiti già fissati al comma 2.

Pertanto, in caso di scavo di materiale di riporto, suddetti requisiti saranno verificati rispettivamente secondo la metodica riportata in Allegato 10 del Decreto, ed effettuato il Test di Cessione secondo le metodiche di cui al decreto del Ministro dell'ambiente del 5 febbraio 1998, recante «Individuazione dei rifiuti non pericolosi sottoposti alle procedure semplificate di recupero», pubblicato nel supplemento ordinario alla Gazzetta Ufficiale n. 88 del 16 aprile 1998, per i parametri pertinenti, ad esclusione del parametro amianto, al fine di accertare il rispetto delle concentrazioni soglia di contaminazione delle acque sotterranee, di cui alla Tabella 2, Allegato 5, al Titolo 5, della Parte IV, del decreto legislativo 3 aprile 2006, n. 152, o, comunque, dei valori di fondo naturale stabiliti per il sito e approvati dagli enti di controllo.

In caso di terre e rocce da scavo contenenti amianto presente in affioramenti geologici naturali, come definito al comma 4, il limite applicabile per tale parametro ai fini del loro utilizzo quali sottoprodotti è riferito alla Tabella 1, Allegato 5, al Titolo V, della Parte IV, del decreto legislativo n. 152 del 2006, secondo quanto previsto dall'allegato 4 al presente regolamento. Il parametro amianto è escluso dall'applicazione del test di cessione.

Il comma 5 del suddetto articolo afferma inoltre che *"La sussistenza delle condizioni di cui al comma 2 del presente articolo è comprovata dal proponente tramite il Piano di Utilizzo"*.

Relativamente alle condizioni di applicabilità del D.P.R. 120/2017, si precisa che in fase di Progetto di Fattibilità tecnico-economica e di redazione del presente PUT si è posta particolare attenzione nell'individuazione dei siti di deposito intermedio, dove le terre e rocce da scavo verranno

temporaneamente depositate in attesa del loro trasferimento al sito di destinazione finale, aventi una capacità complessiva tale da assicurare il deposito delle stesse in qualità di sottoprodotti, anche nel caso in cui la possibilità di dare esecuzione al Piano di Utilizzo venisse meno in corso d'opera per eventi eccezionali quali, per esempio: la rescissione del contratto o il fallimento dell'Esecutore del PUT, la necessità di riappaltare l'opera secondo le onerose procedure previste dalla normativa vigente in materia di opere pubbliche, la sopraggiunta indisponibilità di uno o più siti di destinazione finale dei sottoprodotti individuati nel PUT, ecc.

Appare evidente, infatti, che qualora si verificasse una o più delle suddette ipotesi, le terre e rocce da scavo oggetto del presente PUT non risulteranno "abbandonate" e pertanto non vi sarà alcuna volontà di disfarsene da parte del Produttore o del Proponente del PUT; essendo del tutto assente, pertanto, il requisito soggettivo inerente la volontà di disfarsi del bene - necessario per la qualifica in qualità di rifiuti - le terre e rocce da scavo continueranno ad essere gestite in qualità di sottoprodotti in attesa di presentare all'Autorità Competente, ove necessario, un'eventuale Variante al PUT approvato ai sensi dell'art. 15 del D.P.R. 120/2017.

Occorre infine precisare che il Programma Lavori relativo alle opere in progetto potrà essere dettagliato solo in fase di sviluppo della Progettazione Esecutiva ed in relazione alle specifiche esigenze operative di cantiere, pertanto ai fini della completa tracciabilità dei materiali di scavo, le eventuali modifiche rispetto a quanto previsto all'interno del presente PUT - anche se ritenute non sostanziali né comportanti Varianti al PUT (ridistribuzione dei riutilizzi interni senza variazione dei quantitativi in gioco, redistribuzione dei sottoprodotti nelle diverse aree di stoccaggio, dettaglio sul conferimento dei materiali di scavo provenienti dalla tratta in esecuzione) verranno opportunamente comunicate all'Autorità Competente.

3 CONFORMITA' DEL PIANO DI UTILIZZO ALL'ALLEGATO 5 DEL D.P.R. 120/2017

Il Piano di Utilizzo è stato pertanto redatto sulla base dei contenuti richiesti dall'Allegato 5 del D.P.R. 120/2017; ad evidenza di quanto affermato si riporta di seguito la puntuale corrispondenza delle tematiche affrontate nel PUT e negli elaborati tecnici ad esso allegati ai singoli contenuti richiesti dall'Allegato 5 del D.P.R. 120/2017.

Secondo quanto previsto dal suddetto allegato *“Il Piano di Utilizzo indica che i materiali da scavo derivanti dalla realizzazione di opere o attività manutentive di cui all'articolo 1, comma 1 lettera a) del presente regolamento saranno utilizzate, nel corso dello stesso o di un successivo processo di produzione o di utilizzazione, da parte del produttore o di terzi purché esplicitamente indicato”.*

Nel dettaglio il piano di utilizzo indica:

1. *l'ubicazione dei siti di produzione delle terre e rocce da scavo con l'indicazione dei relativi volumi in banco suddivisi nelle diverse litologie;*

Nel presente Piano di Utilizzo il tema è affrontato nel Cap. 4 e documento correlato *“Schede Tecniche dei Siti di Produzione – IR0F02R69SHTA0000001A”;*

2. *l'ubicazione dei siti di destinazione e l'individuazione dei cicli produttivi di destinazione delle terre e rocce da scavo qualificate sottoprodotti, con l'indicazione dei relativi volumi di utilizzo suddivisi nelle diverse tipologie e sulla base della provenienza dai vari siti di produzione. I siti e i cicli produttivi di destinazione possono essere alternativi tra loro;*

l'ubicazione dei siti di destinazione delle terre e rocce da scavo nonché gli approfondimenti tecnici - degli stessi, sono riportati nei Cap. 6 e 7 e documenti correlati *“Schede tecniche dei siti di deposito intermedio – IR0F02R69SHTA0000002A”* e *“Schede tecniche dei siti di deposito finale – IR0F02R69SHTA0000003A”.*

Si precisa che non sono previsti cicli produttivi di destinazione delle terre e rocce da scavo.

3. *le operazioni di normale pratica industriale finalizzate a migliorare le caratteristiche merceologiche, tecniche e prestazionali delle terre e rocce da scavo per il loro utilizzo, con riferimento a quanto indicato all'allegato 3;*

All'interno del Piano di Utilizzo il tema è affrontato nel Cap. 5, qualora si renda necessario si possono prevedere trattamenti di normale pratica industriale quali selezione granulometrica, riduzione volumetrica e stesa al suolo sulle terre e rocce da scavo.

4. *le modalità di esecuzione e le risultanze della caratterizzazione ambientale delle terre e rocce da scavo eseguita in fase progettuale in conformità alle previsioni degli allegati 1, 2 e 4, precisando in particolare:*

- *i risultati dell'indagine conoscitiva dell'area di intervento (ad esempio, fonti bibliografiche, studi pregressi, fonti cartografiche) con particolare attenzione alle attività antropiche svolte nel sito o di caratteristiche geologiche-idrogeologiche naturali dei siti che possono comportare la presenza di materiali con sostanze specifiche;*

Nel presente Piano di Utilizzo il tema è affrontato nel Cap. 4 e documento correlato "Schede Tecniche dei Siti di Produzione – IR0F02R69SHTA0000001A";

- *le modalità di campionamento, preparazione dei campioni e analisi con indicazione del set dei parametri analitici considerati che tenga conto della composizione naturale delle terre e rocce da scavo, delle attività antropiche pregresse svolte nel sito di produzione e delle tecniche di scavo che si prevede di adottare, esplicitando quanto indicato agli allegati 2 e 4;*

Nel presente Piano di Utilizzo il tema è affrontato nel CAP. 4 e 5 e documento correlato "Schede Tecniche dei Siti di Produzione – IR0F02R69SHTA0000001A";

- *la necessità o meno di ulteriori approfondimenti in corso d'opera e i relativi criteri generali da seguire, secondo quanto indicato nell'allegato 9, parte A;*

Nel Piano di Utilizzo, al par. 5.4, sono stati riportati i criteri generali di esecuzione della caratterizzazione in corso d'opera, conformemente a quanto stabilito dall'Allegato 9 del D.P.R.;

5. *l'ubicazione degli eventuali siti di deposito intermedio in attesa di utilizzo, anche alternativi tra loro, con l'indicazione della classe di destinazione d'uso urbanistica e i tempi del deposito per ciascun sito;*

All'interno del Piano di Utilizzo, nel documento correlato "Schede tecniche dei siti di deposito intermedio – IR0F02R69SHTA0000002A" e nel cap. 6 si riporta l'ubicazione dei siti di deposito temporaneo, delle aree tecniche e delle aree di stoccaggio nonché l'indicazione delle classi di destinazione urbanistica e i tempi di deposito.

6. *i percorsi previsti per il trasporto delle terre e rocce da scavo tra le diverse aree impiegate nel processo di gestione (siti di produzione, aree di caratterizzazione, siti di deposito intermedio, siti di destinazione e processi industriali di impiego), nonché delle modalità di trasporto previste (ad esempio, a mezzo strada, ferrovia, slurrydotto, nastro trasportatore);*

Piano di Utilizzo dei materiali di scavo

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	PAG.
IR0F	02	R 69	RG TA 00 00 002	A	13/70

Relazione Generale

All'interno del Piano di Utilizzo, le modalità di trasporto previste per la movimentazione delle terre e rocce da scavo dai siti di produzione, depositi intermedi e siti di destinazione sono descritte nel cap. 6 e nei documenti correlati "*Schede tecniche dei siti di deposito intermedio – IR0F02R69SHTA0000002A*" e "*Corografia viabilità di conferimento ai siti di destinazione finale – IR0F02R69CZTA0000001A*";

Al fine di esplicitare quanto richiesto, i punti 1. 2. 3. 4. E 5. e 6. sono esplicitati nei documenti correlati:

<i>IR0F02R69SHTA0000001A</i>	"Piano di Utilizzo – Schede tecniche dei siti di produzione"
<i>IR0F02R69SHTA0000002A</i>	"Piano di Utilizzo – Schede tecniche dei siti di deposito intermedio"
<i>IR0F02R69SHTA0000003A</i>	"Piano di Utilizzo – Schede tecniche dei siti di deposito finale"
<i>IR0F02R69CZTA0000001A</i>	"Corografia viabilità di conferimento ai siti di destinazione finale"

4 SITI DI PRODUZIONE

Al fine di fornire un quadro completo delle caratteristiche dei siti di produzione delle terre di seguito si riportano le seguenti informazioni:

- Inquadramento territoriale e topo-cartografico
- Inquadramento urbanistico
- Inquadramento geologico ed idrogeologico
- Uso pregresso del sito ed interferenze con aree a rischio contaminazione
- Campionamento e analisi

Ulteriori dettagli sui singoli siti di produzione delle terre sono riportati nelle schede cartografiche (doc. correlato *IR0F02R69SHTA0000001A* "Piano di Utilizzo – Schede tecniche dei siti di produzione") che comprendono:

- Schede cartografiche dei siti di produzione
- Stratigrafie
- Ubicazione punti di indagine suolo e sottosuolo e acque sotterranee
- Tabelle riepilogative e rapporti di prova indagini di caratterizzazione ambientale Terreni, Acque sotterranee.

4.1 INQUADRAMENTO TERRITORIALE E TOPO-CARTOGRAFICO

Gli interventi in progetto rientrano nel territorio della Regione Marche, in particolare nei Comuni della Provincia di Ancona:

- Genga;
- Fabriano;
- Serra San Quirico.

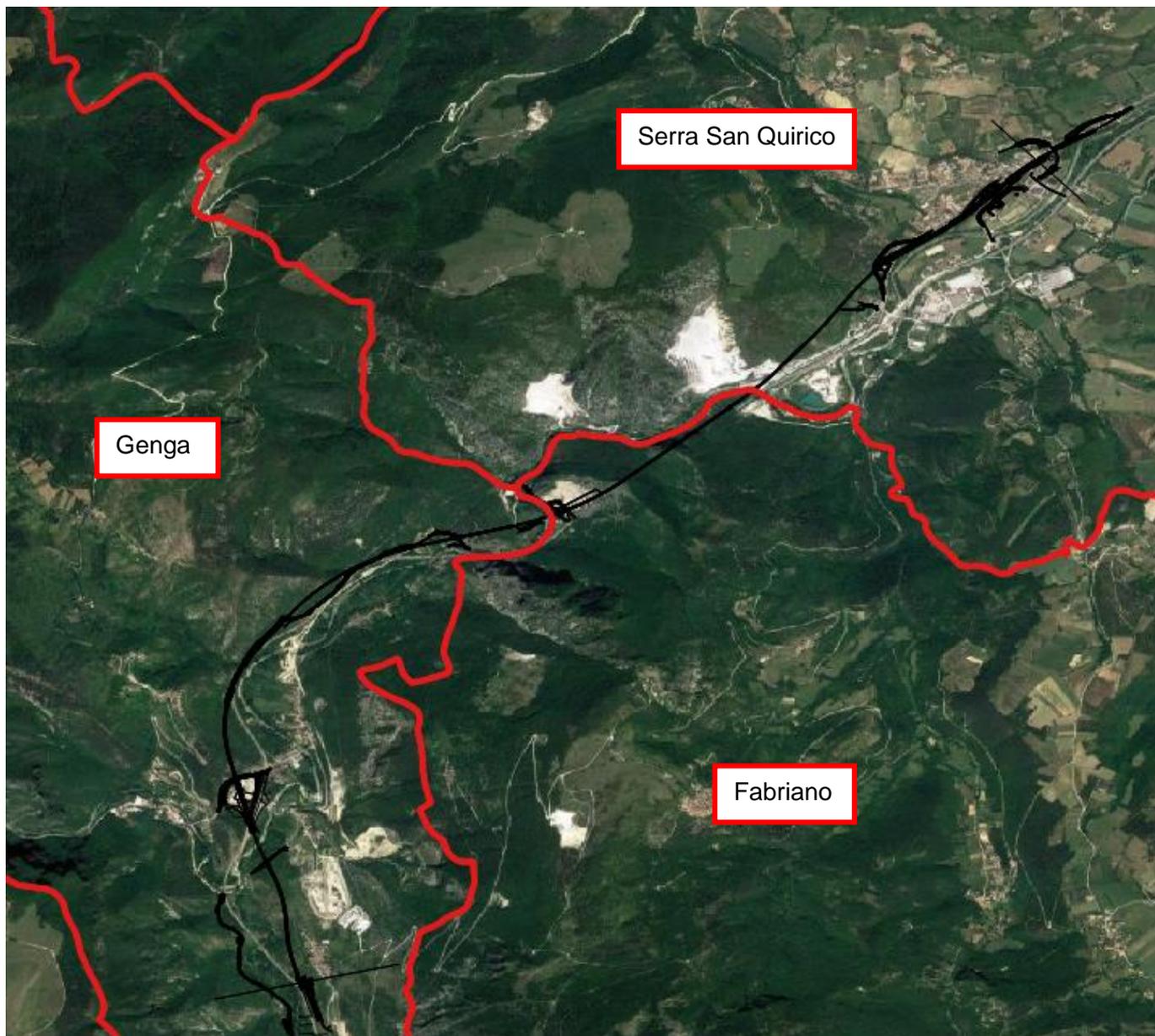


Figura 4-1 – inquadramento dell'asse di progetto

4.1.1 Caratteristiche del progetto

La nuova infrastruttura ferroviaria in oggetto nasce con la funzione di potenziare il collegamento esistente della Orte – Falconara, relativamente alla tratta compresa tra P.M.228 e Castelplanio – Lotto 2.

Si riassumono le principali caratteristiche del progetto:

- Numero di binari di linea: Doppio binario;
- Interasse binari: 4 m – variabile;
- Velocità di tracciato: 150,165,175 km/h (85 km/h nelle deviate provvisorie);

- Ranghi di velocità: A, B, C, P;
- Profilo minimo degli ostacoli: P.M.O.5;
- Categoria di peso assiale: D4;
- Pendenza massima longitudinale compensata: 12.00 ‰;
- Pendenza massima in banchina: 1.2 ‰;
- Standard marciapiedi di stazione/fermata: Lunghezza 250 m, altezza 55 cm

Di seguito si riporta una tabella riepilogativa delle principali opere ferroviarie di linea previste in progetto:

Tabella 4-1 - Opere ferroviarie di linea

WBS Lotto 2 BD	Da km	A km	Note
TR01	0+000	0+050	Trincea Approccio alla Galleria
GN01	0+050	0+950	Rilevato Doppio Binario
TR02	0+950	0+995	Trincea Approccio alla Galleria
RI01	0+995	1+020	Rilevato Doppio Binario
VI01	1+020	1+230	
RI02	1+230	1+355	Rilevato Doppio Binario
SL01	1+355	1+405	SOTTOPASSO - Sottovia scatolare
SL02	1+630	1+660	SOTTOPASSO - Sottovia scatolare
FV01	1+405	1+630	Nuova Stazione Genga
TR03	1+630	1+685	Trincea Approccio alla Galleria
GN02	1+685	2+250	
TR04	2+250	2+340	Trincea Approccio alla Galleria
RI03	2+340	2+410	Rilevato Doppio Binario
TR05	2+410	2+940	Trincea Approccio alla Galleria
GN03	2+940	3+776	
TR06	3+776	3+821	Trincea Approccio alla Galleria

RI03	3+821	3+850	Rilevato Doppio Binario
VI02	3+821	4+095	
TR07	4+095	4+130	Trincea Approccio alla Galleria
GN04	4+130	4+410	
TR08	4+410	4+436	Trincea Approccio alla Galleria
RI04	4+436	4+460	Rilevato Doppio Binario
VI03	4+460	4+670	
TR09	4+670	4+745	Trincea Approccio alla Galleria
GN05	4+745	5+950	
TR10	5+950	5+970	Trincea Approccio alla Galleria
RI05	5+970	6+010	Rilevato Doppio Binario
VI04	6+010	6+120	
TR11	6+120	6+160	Trincea Approccio alla Galleria
GN06	6+160	7+314	
TR12	7+314	7+364	Trincea Approccio alla Galleria
TR13	7+364	7+720	
TR14	7+720	8+010	
RI06	8+010	8+275	Sistemazione PRG Serra S. Quirico
RI07	8+275	8+500	Rilevato Doppio Binario
TR15	8+500	8+889	Trincea ferroviaria in affiancamento- Raddoppio
WBS Lotto 2 Deviata Cascatelle	Da km	A km	Note

RI01B	0+000	0+125	Realizzazione in interruzione di esercizio ferroviario
RI02B	0+125	0+300	0+125-0+300 lato destro; 0+125-0+300 lato sinistro – paratia H=4m fuoriterra per mantenere esercizio su storica.
RI03B	0+300	0+420	Lato destro; lato destro – rilevato in alveo con gabbione e protezione. Lato sinistro – paratia H=4m fuoriterra per realizzare deviata con esercizio su storica
RI04B	0+420	0+580	Lato destro; lato destro con rilevato in alveo con gabbione e protezione; lato sinistro con muro per realizzare linea di progetto con esercizio sulla deviata
TR01B	0+630	0+852	0+690 – 0+852 in interruzione di esercizio
WBS Lotto 2 Allaccio Provvisorio Serra S. Quirico	Da km	A km	Note
RI01C	0+000	0+715	RILEVATI SINGOLO BINARIO - Rilevato ferroviario SB con 1,50m<H<3,00m

Il progetto verrà realizzato temporalmente dopo il raddoppio della tratta PM228 -Albacina.

4.1.2 Descrizione delle fasi esecutive dei lavori

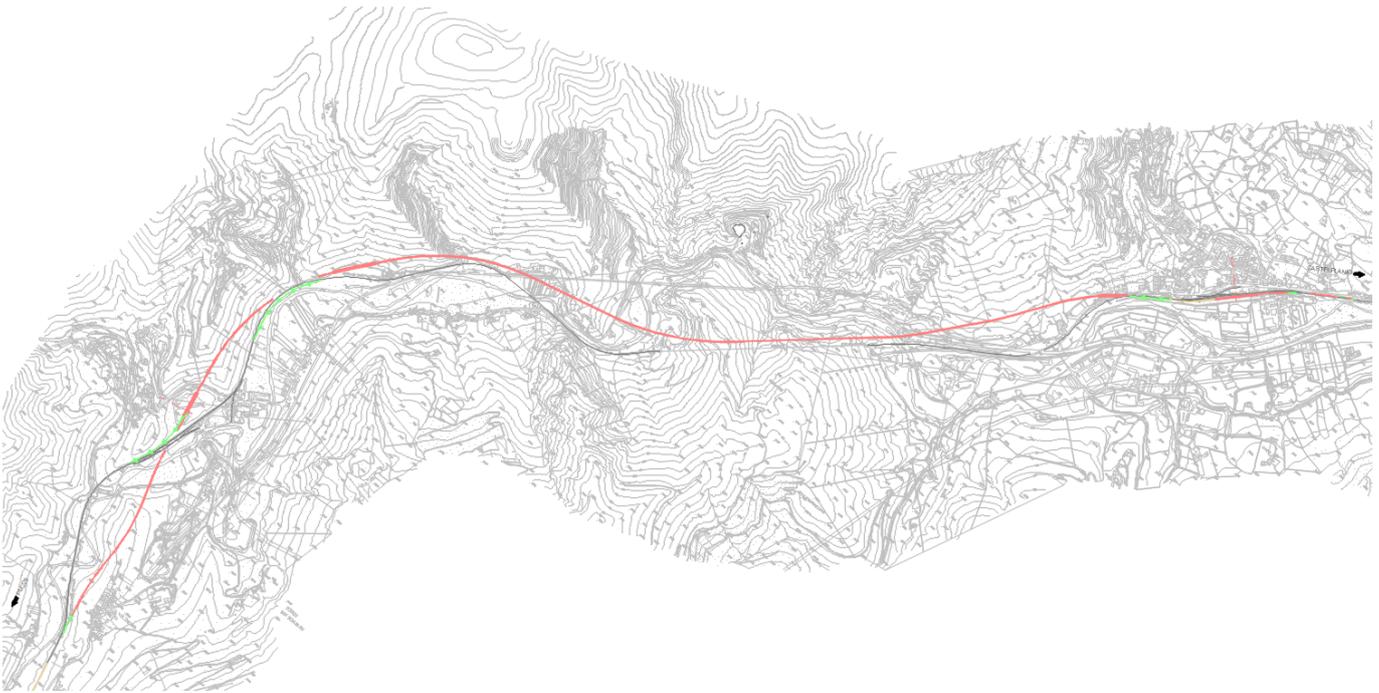
Dal punto di vista funzionale e dell'esercizio, la realizzazione del Lotto 2:

MACRO-FASE		da inizio lotto 2 a sud a Genga	tratto sud di Genga (RI01)	da Genga a deviata Cascatelle	deviata Cascatelle	da deviata cantinelle a deviata Serra San Quirico	deviata Serra San Quirico (finisce fine lotto 2 a nord)	
	da km nuova	+0	1+230	1+357	1+942	2+806	7+302	
	a km nuova	1+230	1+357	1+942	2+806	7+302	8+500	
	lunghezza [m]	1230	127	585	864	4496	1198	
LOTTO 2	tracciato	su linea storica	su linea storica	su linea storica	su linea storica	su linea storica	su linea storica	
	1	lavori	GN1 valtreara, rimane escluso il tratto in rilevato a nord dell'imbocco nord	nessuna lavorazione	GN2 Genga, rimane escluso il tratto in rilevato a sud dell'imbocco sud	tratto centrale della deviata, cioè mancano solo i tratti di aggancio alla storica che vengono realizzati a fine fase	GN3 mogliano, GA1, GN4 ponte chiarodovo, GN5 la rossa II, GA2, GN6 murano	tratto centrale della deviata, cioè mancano solo i tratti di aggancio alla storica che vengono realizzati a fine fase
	tracciato	su linea storica	su linea storica	su linea storica	sulla deviata	su linea storica	sulla deviata	
	2	lavori	continuazione lavori precedenti	nessuna lavorazione	continuazione lavori precedenti	tratto prima occupato dalla linea storica e relativa demolizione della linea storica, tratti di aggancio alla storica e attivazione della deviata	continuazione lavori precedenti	demolizioni binari su tracciato storico e più ad ovest, tratti di aggancio e attivazione della deviata
	tracciato	INTERRUZIONE DI ESERCIZIO	INTERRUZIONE DI ESERCIZIO	su nuovo tracciato in binario ovest e poi est (deviatoio Genga)	su nuovo tracciato est	su nuovo tracciato est	su nuovo tracciato est	su nuovo tracciato est
	3	lavori	collegamento del tratto in Lotto 1 (linea storica)	realizzazione del collegamento tra il tratto sud già realizzato e il tratto nord già realizzato, ossia del rilevato RI01	lavori conclusi o da terminare su binario non attivo	demolizione della deviata	lavori conclusi o da terminare su binario non attivo	spostamento delle rotaie del binaio est ad inizio fase nella posizione finale, attivazione del tracciato finale, rimozione dei tratti in deviata che collegano a sud con la linea storica

Piano di Utilizzo dei materiali di scavo
Relazione Generale

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	PAG.
IR0F	02	R 69	RG TA 00 00 002	A	19/70

Macrofase 1:



Macrofase 2:

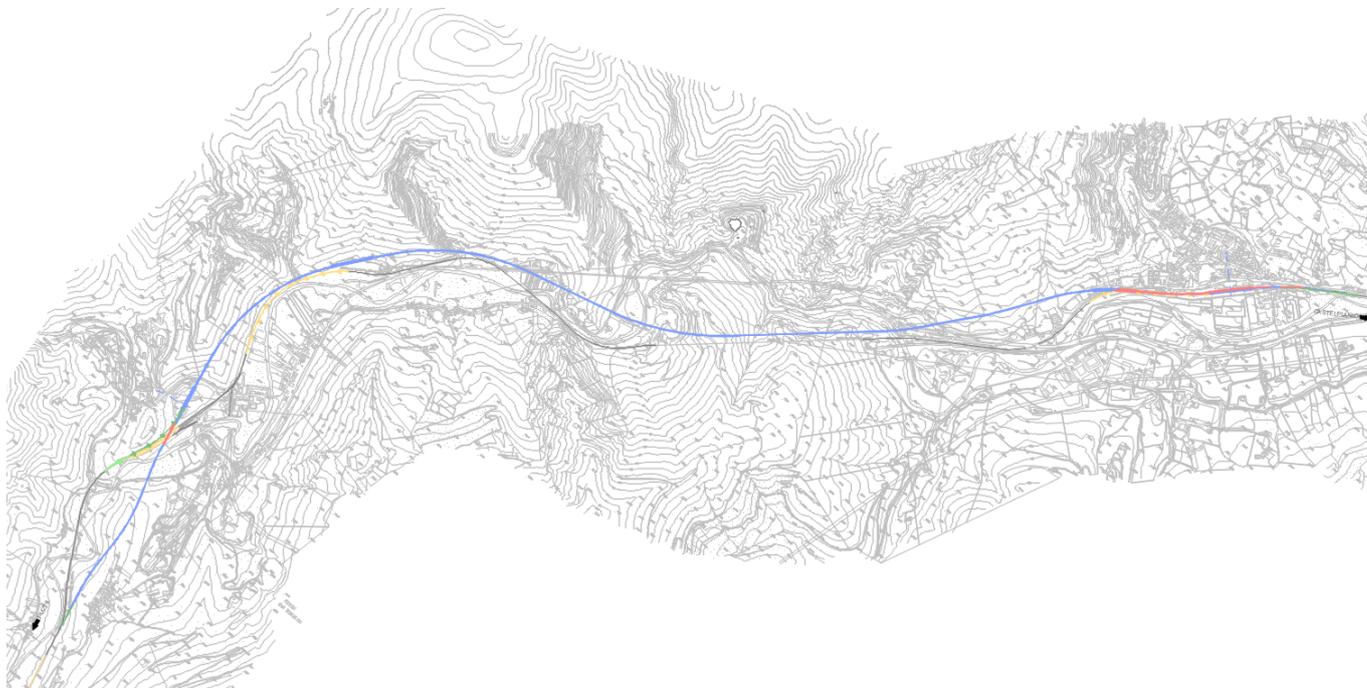


Macrofase 3:

Piano di Utilizzo dei materiali di scavo

Relazione Generale

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	PAG.
IR0F	02	R 69	RG TA 00 00 002	A	20/70



INQUADRAMENTO URBANISTICO

Al fine di inquadrare da un punto di vista urbanistico le destinazioni d'uso delle aree interferite dal progetto del raddoppio della tratta Castelplanio Lotto 2 occorre far riferimento al PRG del Comune di Fabriano (approvato con DPGR n.5059 del 05.07.1990), al PGR del Comune di Genga (Approvato con DPGP n.43 del 05.08.1999) e Variante al PGR (Approvata nel giugno 2015) e al PGR di Serra San Quirico (Approvato con DPGP n.26 del 20.05.2016).

Di seguito si riporta il quadro sinottico delle destinazioni d'uso delle aree interferite ricavate dalla sovrapposizione con i PRG dei tre comuni:

Tabella 4-2: Quadro sinottico delle interferenze delle opere di linea con le destinazioni del PRG di Fabriano

Prog. Km		WBS	Destinazioni di piano	Art.NTA
da	a			
11+850.00	13+100.00	Galleria "La Rossa" GN06	Aree Floristiche identificate ai sensi della L.R. n.52/74	Art.35
11+850.00	13+300.00		Aree a notevole potenzialità idrogeologica	Art.39
			Boschi e Pascoli	Artt.36, 37, 38
			Parchi Naturali	Art.51
			Aree agricole	Art.29
11+900.00	12+100.00	Galleria "La Rossa" GN06	Cave	Art.50
12+500.00	12+600.00	Galleria "La Rossa" GN06	Paleofrane	Art.39.1

In grigio sono evidenziate le interferenze dei tratti in galleria

Tabella 4-3: Quadro sinottico delle interferenze delle opere di completamento con le destinazioni del PRG di Fabriano

WBS	Destinazioni di piano	Art.NTA
NVP3	Aree agricole	Art.29
	Viabilità	

Tabella 4-4: Quadro sinottico delle interferenze delle opere di linea con le destinazioni del PRG di Genga

Prog. Km		WBS	Destinazioni di piano	Art.NTA
da	a			
7+000.00	7+200.00	Linea ferroviaria	Zona R3 - Zona di rispetto stradale e ferroviario	Art. 22
7+200.00	7+350.00	Galleria Valtreara GN02	Zone E – Zone ad uso agricolo	Art. 47
7+350.00	7+380.00		Zona BSC – Zone delle aree boscate e pascoli interclusi	Art.20
7+380.00	7+450.00		Zone E – Zone ad uso agricolo	Art. 47

Piano di Utilizzo dei materiali di scavo

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	PAG.
IR0F	02	R 69	RG TA 00 00 002	A	22/70

Relazione Generale

7+450.00	7+550.00		Zona BSC – Zone delle aree boscate e pascoli interclusi	Art.20
7+550.00	8+170.00		Zone E – Zone ad uso agricolo	Art. 47
8+170.00	8+300.00	VI02	Zona BSC – Zone delle aree boscate e pascoli interclusi	Art.20
8+300.00	8+350.00		IDR – Corsi d’acqua	Art.16
8+350.00	8+410.00		Zone E – Zone ad uso agricolo	Art. 47
8+410.00	8+500.00	Linea ferroviaria	Zona R3 - Zona di rispetto stradale e ferroviario	Art. 22
8+500.00	8+570.00	Linea ferroviaria	Zone F – Zone per attrezzature e impianti di interesse generale	Art. 28
8+570.00	8+690.00	Linea ferroviaria	Zone P – Zone destinate a parcheggi	Art. 31
8+690.00	8+685.00	Linea ferroviaria	Zone F – Zone per attrezzature e impianti di interesse generale	Art. 28
8+685.00	8+685.00	Linea ferroviaria	Zone P – Zone destinate a parcheggi	Art. 31
8+685.00	8+695.00	Galleria Genga GN03	Zone E – Zone ad uso agricolo	Art. 47
8+695.00	9+190.00		Zona BSC – Zone delle aree boscate e pascoli interclusi	Art.20
9+190.00	9+290.00		Zone E – Zone ad uso agricolo	Art. 47
9+290.00	9+400.00		Zona BSC – Zone delle aree boscate e pascoli interclusi	Art.20
9+400.00	9+600.00	Linea ferroviaria	Zona BSC – Zone delle aree boscate e pascoli interclusi	Art.20
9+600.00	9+710.00	Linea ferroviaria	Zona R3 - Zona di rispetto stradale e ferroviario	Art. 22
9+710.00	10+150.00	Linea ferroviaria	Zone E – Zone ad uso agricolo	Art. 47
10+150.00	10+300.00	Galleria Mogiano GN04	Zone E – Zone ad uso agricolo	Art. 47
10+300.00	10+610.00		Zona BSC – Zone delle aree boscate e pascoli interclusi	Art.20
10+610.00	10+620.00	Linea ferroviaria	MO Zone destinate alla viabilità	Art.32
10+620.00	10+660.00	Linea ferroviaria	Zone E – Zone ad uso agricolo	Art. 47
10+660.00	10+720.00	Linea ferroviaria	MO Zone destinate alla viabilità	Art.32
10+720.00	10+810.00	Linea ferroviaria	Zona BSC – Zone delle aree boscate e pascoli interclusi	Art.20
10+810.00	10+970.00	Linea ferroviaria	Zone E – Zone ad uso agricolo	Art. 47
10+970.00	10+990.00	Linea ferroviaria	Zone F – Zone per attrezzature e impianti di interesse generale	Art. 28
11+000.00		Linea ferroviaria	MO Zone destinate alla viabilità	Art.32
11+000.00	11+050.00	VI03	Zone V – Zone destinate a spazi pubblici per parco, gioco, sport e attrezzature urbane	Art.29
11+050.00			MO Zone destinate alla viabilità	Art.32
11+050.00	11+300.00		Zone E – Zone ad uso agricolo	Art. 47
11+300.00	11+600.00	Galleria Chiaradovo GN05	Zona BSC – Zone delle aree boscate e pascoli interclusi	Art.20

Piano di Utilizzo dei materiali di scavo

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	PAG.
IR0F	02	R 69	RG TA 00 00 002	A	23/70

Relazione Generale

11+600.00	11+710.00	Linea ferroviaria	Zone F – Zone per attrezzature e impianti di interesse generale	Art. 28
11+710.00	11+800.00	Linea ferroviaria	Zone E – Zone ad uso agricolo	Art. 47
11+800.00	11+810.00	Linea ferroviaria	IDR – Corsi d'acqua	Art.16
11+810.00	11+850.00	Linea ferroviaria	Zone E – Zone ad uso agricolo	Art. 47

In grigio sono evidenziate le interferenze dei tratti in galleria

Tabella 4-5: Quadro sinottico delle interferenze delle opere di completamento con le destinazioni del PRG di Genga

WBS	Destinazioni di piano	Art.NTA
NVP1	BSC, zone delle aree boscate e pascoli interclusi	Art.20
	E1, territorio agricolo normale	Artt da 35 a 47
NV01	BSC, zone delle aree boscate e pascoli interclusi	Art.20
	Zone F – Zone per attrezzature e impianti di interesse generale	Art. 28
NV02	Zone F – Zone per attrezzature e impianti di interesse generale	Art. 28
	Zone V – Zone destinate a spazi pubblici per parco, gioco, sport e attrezzature urbane	Art.29
	MO Zone destinate alla viabilità	Art.32
NVP2	E1, territorio agricolo normale	Artt da 35 a 47
	Zona A1-A2, zone soggette ad intervento urbanistico preventivo	Art.23
	Zone V – Zone destinate a spazi pubblici per parco, gioco, sport e attrezzature urbane	Art.29
	Zona B – Completamento	Art.24
	BSC, zone delle aree boscate e pascoli interclusi	Art.20
	MO Zone destinate alla viabilità	Art.32
NV03	BSC, zone delle aree boscate e pascoli interclusi	Art.20
	E1, territorio agricolo normale	Artt da 35 a 47
	MO Zone destinate alla viabilità	Art.32
	Zone F – Zone per attrezzature e impianti di interesse generale	Art. 28
	Zone V – Zone destinate a spazi pubblici per parco, gioco, sport e attrezzature urbane	Art.29
NV04	Zona A1-A2, zone soggette ad intervento urbanistico preventivo	Art.23
	Zone V – Zone destinate a spazi pubblici per parco, gioco, sport e attrezzature urbane	Art.29
	Zona B – Completamento	Art.24
	MO Zone destinate alla viabilità	Art.32
	BSC, zone delle aree boscate e pascoli interclusi	Art.20

Tabella 4-6: Quadro sinottico delle interferenze delle opere di linea con le destinazioni del PRG di Serra San Quirico

Piano di Utilizzo dei materiali di scavo

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	PAG.
IR0F	02	R 69	RG TA 00 00 002	A	24/70

Relazione Generale

Prog. Km		WBS	Destinazioni di piano	Art.NTA
da	a			
13+300.00	14+500.00	Galleria GN07 "Murano"	Zona Omogenea E - Agricola	Cap.7, art. 29 Cap.9, artt. 43-53
13+400.00		Linea ferroviaria	Strade	
14+500.00	14+600.00	Linea ferroviaria	Zona Omogenea B – Prevalentemente residenziale, parzialmente edificata, di parziale ristrutturazione (zona di completamento B1)	Cap.7, art. 26 Cap.8, art. 34
14+600.00	15+100.00	Linea ferroviaria	Zona Omogenea E - Agricola	Cap.7, art. 29 Cap.9, artt. 43-53
15+100.00	15+200.00	Linea ferroviaria	Zona Omogenea F – Attrezzature ed impianti di interesse generale (F5 viabilità e parcheggi)	Cap.7, art. 30 Cap.10, art. 58

In grigio sono evidenziate le interferenze dei tratti in galleria

Tabella 4-7: Quadro sinottico delle interferenze delle opere di completamento con le destinazioni del PRG di Serra San Quirico

WBS	Destinazioni di piano	Art.NTA
NV07	Zona Omogenea E - Agricola	Cap.7, art. 29 Cap.9, artt. 43-53
	Strade	
	Zona Omogenea B – Prevalentemente residenziale, parzialmente edificata, di parziale ristrutturazione (zona di completamento B1)	Cap.7, art. 26 Cap.8, art. 34
	P Parcheggi	

Per la rappresentazione cartografica delle interferenze tra il tracciato ferroviario e le destinazioni d'uso dei luoghi desunti dalla pianificazione locale vigente si rimanda all'elaborato correlato "*Piano di Utilizzo – Schede tecniche dei siti di produzione*" (cfr. IR0F02R69SHTA0000001A).

Alla stessa maniera, anche le aree di Stoccaggio e Deposito Terre interferiscono per lo più con aree agricole.

Per la destinazione d'uso specifica delle aree di stoccaggio e deposito terre si rimanda all'elaborato correlato "*Schede Tecniche dei Siti di Deposito Intermedio – IR0F00R69SHTA0000002A*", per le cartografie degli strumenti urbanistici e per le destinazioni d'uso delle aree interferite dalla linea ferroviaria si rimanda al documento correlato "*Schede Tecniche dei Siti di Produzione – IR0F00R69SHTA0000001A*".

4.2 INQUADRAMENTO GEOLOGICO ED IDROGEOLOGICO

Si riporta di seguito una sintesi degli aspetti geologici, geomorfologici, idrogeologici e geotecnici che caratterizzano l'area di indagine.

4.2.1 Inquadramento geologico

L'area di studio è localizzata nella Provincia di Ancona; il nuovo tracciato ferroviario comprensivo dei tre lotti così come previsto da progetto, si snoderà tra l'area industriale a est di Fabriano (zona Ponte Moscano) e la stazione di Castelplanio-Cupramontana, per un totale di circa 21.5 km. Nell'immagine seguente è riportato l'inquadramento geografico relativo al Lotto 2.

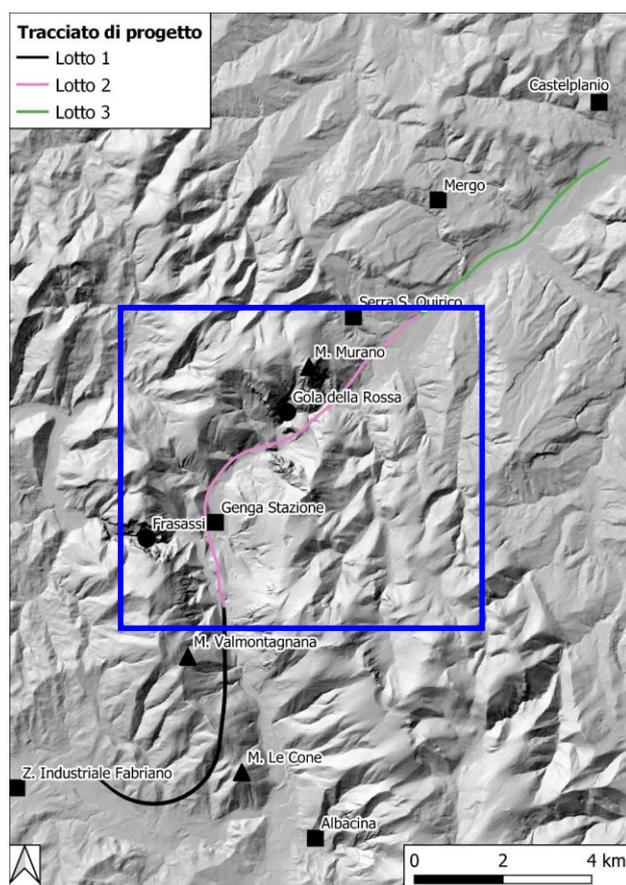


Figura 4-2 Inquadramento geografico dell'area di studio. In blu il lotto di progetto 2.

Dal punto di vista fisiografico, l'area di studio, nel tratto Fabriano-Serra San Quirico (Lotti 1 e 2), è caratterizzata dai massicci e delle dorsali montuose dell'Appennino Umbro-Marchigiano. In particolare, tale tratto è rappresentato dalle dorsali appenniniche calcaree e calcareo-marnose, le cui quote variano da 325 m s.l.m. nella zona di Fabriano, fino a 1.484 m s.l.m. in corrispondenza di Monte San Vicino

Gli elementi geomorfologici e fisiografici che caratterizzano l'area sono quelli tipici dell'evoluzione quaternaria dell'Appennino centrale.

In virtù delle differenti formazioni affioranti appartenenti alla Successione Umbro-Marchigiana (Figura 4-3), la morfologia è più dolce e blanda in corrispondenza delle litologie pelitiche (Marne a Fucoidi, Scaglia Cinerea; Schlier; membro marnoso della Formazione della Laga; depositi marini plio-pleistocenici) e più aspra e acclive in corrispondenza delle litologie più calcaree. I depositi continentali, piuttosto estesi, sono costituiti da alluvioni prevalentemente ghiaiose, ma con significativa presenza di orizzonti pelitici nel dominio più esterno, da potenti coltri eluvio-colluviali e da coperture detritiche più o meno grossolane in virtù del grado di stratificazione e fratturazione delle formazioni prevalentemente calcaree. Sono presenti anche zone interessate da frane di scorrimento e crolli, che coinvolgono talvolta anche il substrato calcareo.

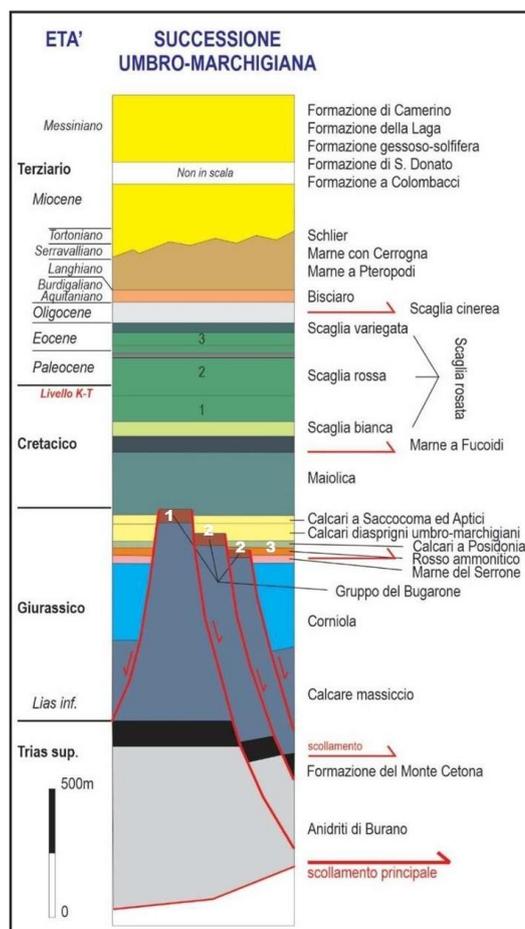


Figura 4-3 Successione stratigrafica umbro-marchigiana (da Pierantoni et al., 2013, modificata).

Le unità stratigrafiche che coinvolgono l'area di studio sono le seguenti:

- Successione Umbro-Marchigiana di età compresa tra il Giurassico inferiore e il Miocene superiore (spessa alcune migliaia di metri) che comprende il Calcarea Massiccio fino a unità più recenti come la Formazione dello Schlier;
- Depositi continentali quaternari, costituiti da alluvioni prevalentemente ghiaiose, ma con significativa presenza di orizzonti pelitici nel dominio più esterno, da potenti coltri eluvio-colluviali e da coperture detritiche più o meno grossolane in virtù del grado di stratificazione e fratturazione delle formazioni prevalentemente calcaree

4.2.2 Inquadramento geomorfologico

Dal punto di vista geomorfologico, l'area di studio è influenzata da vari fattori: le caratteristiche litostutturali del substrato roccioso, l'evoluzione neotettonica, la successione degli eventi climatici quaternari e, non ultima, l'attività antropica soprattutto più recente.

Il substrato roccioso è costituito in prevalenza da calcari e calcari-marnosi e, in subordine, da depositi terrigeni miocenici.

In particolare, è netto il contrasto tra le scarpate strutturali ubicate in corrispondenza degli affioramenti più resistenti (in litologie calcaree), nelle aree di dorsale (presenti soprattutto lungo la valle dell'Esino in destra idrografica o nella valle del T. Sentino, in corrispondenza della Gola di Frasassi), in arenarie e/o calcareniti nelle aree di sinclinale, e invece i versanti più dolci modellati in terreni a prevalente componente marnosa e/o pelitica (ad esempio all'uscita della Gola della Rossa, nell'area di Serra San Quirico e delle aree adiacenti). Alla natura litologica del substrato sono inoltre legate le caratteristiche litotecniche delle formazioni superficiali. L'attività tettonica recente ha modificato l'originaria giacitura dei terreni, generando fratture e faglie per lo più di modesto rigetto, in corrispondenza delle quali, durante la fase di sollevamento, si sono spesso impostate le direttrici di drenaggio superficiale. La fase di sollevamento tettonico ha indotto un generale e rapido approfondimento dell'erosione lineare, testimoniato dalla morfologia dell'attuale direttrice del fiume Esino. Tuttavia, l'erosione lineare ha agito con fasi di minore intensità o di stasi, in relazione alle diverse condizioni climatiche che si sono avvicendate nell'area a partire dal Pleistocene medio; infatti l'alternanza di periodi freddi (periglaciali) e periodi temperati ha prodotto un'alternanza di fasi di prevalente sedimentazione e prevalente erosione lineare, riconoscibili lungo gli assi vallivi per la presenza di talora estesi depositi alluvionali, disposti a quote decrescenti rispetto al fondovalle attuale (ad es. fiume Esino, in corrispondenza di Gattuccio-Falcioni. Alle fasi fredde, che hanno caratterizzato il Quaternario, sono da riferire, oltre ai depositi alluvionali terrazzati sopra descritti (che si osservano in più ordini - 1°, 2° e 3° ordine) anche importanti

coltri detritiche e colluviali che riempiono il fondo di vallecicole più o meno ampie, talora sospese o isolate dall'attuale sistema di drenaggio.

La piana alluvionale più recente (4° ordine), discretamente ampia e continua nei tratti medio-bassi dell'area di studio, si riduce a piccoli lembi o scompare nelle incisioni vallive della porzione più alta. La messa in posto dei depositi alluvionali recenti, indicativamente riferita all'Olocene recente, si è verificata per processi di degradazione ed erosione, dovuti anche all'antropizzazione dei versanti e, in particolare, al massiccio smantellamento della copertura boschiva per fini agro-pastorali, oltre che per soddisfare le sempre più forti richieste di legname. I processi di degradazione e di erosione attivi sui versanti hanno causato un rapido allontanamento dei suoli, spingendosi fino al livello regolitico sottostante. Come era avvenuto in precedenza, nel corso delle fasi fredde pleistoceniche, i fondivalle sono stati raggiunti da ingenti quantità di detriti, a granulometria anche grossolana, che le acque fluviali non riuscivano a rimobilizzare (ad eccezione della frazione più fine).

L'attività antropica (agricoltura, urbanizzazione, regimazione delle acque, ecc.) ha costituito, e costituisce tuttora, il principale fattore di controllo della morfogenesi recente e attuale, introducendo nel quadro evolutivo dell'area processi di erosione e di accumulo notevolmente più rapidi e intensi di quelli derivanti da cause naturali.

4.2.3 Inquadramento idrogeologico

I litotipi affioranti nell'area sono stati accorpati in complessi idrogeologici, differenziati in relazione alle caratteristiche di permeabilità relativa, come si può osservare dalla Figura 4-4.

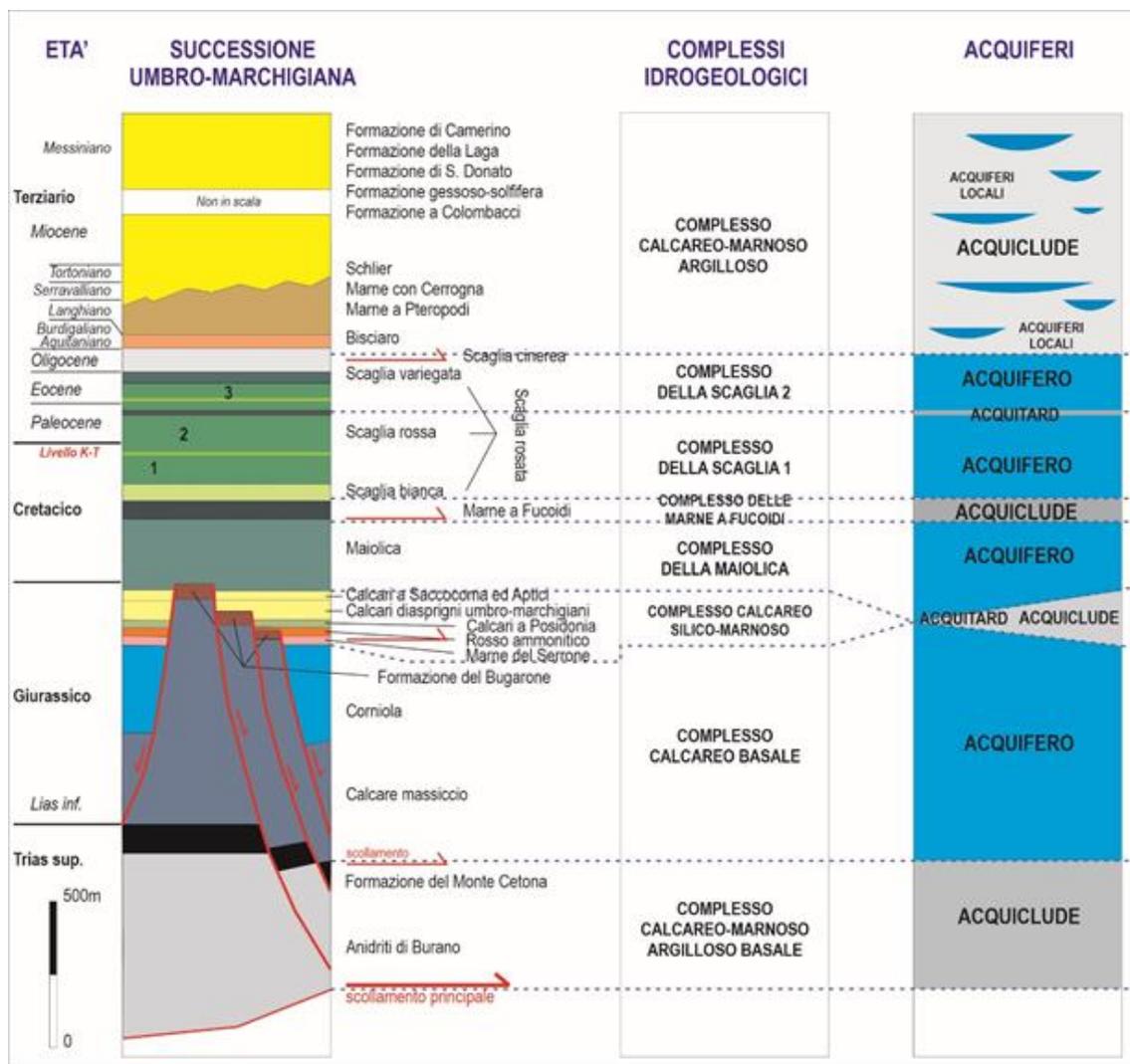


Figura 4-4: Successione stratigrafica umbro-marchigiana e relativi complessi idrogeologici.

Vengono riportate le caratteristiche principali di ogni complesso:

- Complesso acquifero dei depositi continentali quaternari antichi e recenti (MUSa, MUSa1, MUAa1q, MUSb2, MTIa): è costituito da coltri prevalentemente ghiaioso-sabbiose, cementate caratterizzato da alti valori di permeabilità; quando ricaricato anche dall'acquifero carbonatico sottostante, può dar luogo a sorgenti.
- Complesso acquifero dei depositi alluvionali antichi e recenti (ACbn3, ACbn4, ACFbn, MUSb, MUSbn, MTIbn): è costituito da depositi fluviali, terrazzati e non, delle aree di pianura alluvionale ed è caratterizzato da corpi ghiaiosi, ghiaioso-sabbiosi e ghiaioso-limosi altamente permeabili con intercalate lenti, di estensione e spessore variabili, argilloso-limose e sabbioso-limose. Queste

disomogeneità determinano, soprattutto all'interno dei depositi più recenti (pleistocenici ed olocenici), la formazione di acquiferi generalmente monostrato ma con possibilità di formazione anche di piccole falde sospese o localmente in pressione.

- Complesso a bassa permeabilità delle formazioni prevalentemente argillose e argilloso-marnose (FAAe, FAA2e, FAA2): caratterizzato da bassa permeabilità e dalla presenza di interstrati sabbioso-conglomeratici più o meno spessi che può favorire la formazione di piccole falde, anche sospese e spesso in pressione.
- Complesso delle formazioni marnose e marnoso-calcaree (BIS, SCH): Il complesso, delimitato alla base dall'aquiclude della Scaglia cinerea, comprende le unità marnoso-calcaree che marcano il passaggio tra la sedimentazione carbonatica e la sedimentazione terrigena. In corrispondenza delle porzioni più calcaree e fratturate, possono emergere piccole sorgenti.
- Complesso acquiclude della Scaglia cinerea (SCC): Formato da spessori consistenti di marne calcaree e argillose, costituisce il limite impermeabile alla base delle successioni carbonatiche.
- Complesso acquifero della Scaglia (SBI1, SBI2, SAA1, SAA2, SAA3, VAS): È costituito dalla formazione calcarea e calcareo-marnosa permeabile della Scaglia. La maggiore componente marnosa presente, e la conseguente quasi totale assenza di fenomeni carsici, renderebbe il complesso in teoria meno funzionale all'immagazzinamento della risorsa idrica. Tuttavia, grazie all'elevato grado di fratturazione e alla notevole estensione areale il complesso della Scaglia rappresenta un "serbatoio" molto importante.
- Complesso acquiclude delle Marne a Fucoidi (FUC): Si tratta di un livello acquiclude a scala regionale costituito da marne e marne argillose calcaree; solamente la porzione superiore del litotipo è più calcarea.
- Complesso acquifero della Maiolica (MAI): prevalentemente calcareo-micritico e permeabile per fratturazione, limitato dalla formazione delle Marne a Fucoidi al tetto e dal complesso calcareo-siliceo marnoso a bassa permeabilità alla base. Dal punto di vista idraulico può essere interessato anche da forme carsiche ipogee.
- Complesso a bassa permeabilità calcareo-siliceo-marnoso (RSA, POD, CDU, CDU1, CDU2): complesso a permeabilità medio-bassa costituito dai litotipi prevalentemente marnosi del Rosso ammonitico, dei Calcari a Posidonia e dei Calcari diasprigni umbro-marchigiani.
- Complesso acquifero basale (MAS, MAS1, MAS2, COI): caratterizzato da formazioni prevalentemente calcaree e intensamente fratturate, del Calcare Massiccio, e della Corniola; Il complesso basale presenta caratteristiche di alta permeabilità.

4.2.4 Interpretazione stratigrafica lungo il tracciato

Dalle prove di permeabilità in foro di tipo Lefranc e Lugeon, eseguite entro i fori di sondaggio del Lotto 2 per le diverse litologie e per i depositi quaternari, si evidenzia una situazione articolata non sempre completamente in accordo con la suddivisione dei complessi idrogeologici a grande scala. Per questa ragione, pur considerando i valori massimi e minimi di permeabilità (presentati di seguito) restituiti dalle prove in foro, si è attribuito ad ogni formazione un grado di permeabilità relativa, in funzione del complesso idrogeologico di appartenenza.

Tabella 4-8: Classi di permeabilità relativa utilizzate nella cartografia idrogeologica.

Classe di permeabilità relativa	Sigla
Alta	AP
Media	MP
Bassa	SP
Molto bassa	BP
Variabile	VP

In tabella si mostrano i complessi presenti nel lotto di riferimento.

Tabella 4-9 Range di K delle formazioni indagate e classe di permeabilità relativa

Formazione	Sigla	n° prove	K min (m/s)	K max (m/s)	Classe relativa K
Calcere massiccio – Membro inferiore	MAS2	6	7.20E-08	3.30E-06	AP
Corniola	COI	5	3.40E-09	4.18E-06	AP
Rosso ammonitico	RSA	2	4.25E-09	2.05E-08	SP
Calcari a Posidonia	POD	3	4.00E-10	4.00E-08	SP
Calcari Diasprigni	CDU*	2	1.70E-07	5.47E-07	MP
Maiolica	MAI	4	2.76E-08	1.70E-07	AP
Marne a Furoidi	FUC	7	2.20E-09	3.30E-06	BP
Scaglia Bianca	SBI*	3	3.56E-08	1.70E-06	MP
Scaglia Rossa – Membro inferiore	SAA1	5	6.86E-08	3.86E-06	AP
Scaglia Rossa – Membro intermedio	SAA2	8	3.80E-08	3.42E-06	AP
Scaglia Rossa – Membro superiore	SAA3	-	-	-	AP
Scaglia Variegata	VAS	-	-	-	MP
Scaglia Cinerea	SCC	14	1.47E-09	3.50E-08	BP
Bisciaro	BIS	3	1.13E-07	6.13E-07	SP

Formazione	Sigla	n° prove	K min (m/s)	K max (m/s)	Classe relativa K
Schlier	SCH	1	5.36E-07	5.36E-07	SP
Argille azzurre – Litofacies pelitico arenacea	FAAe	4	8.73E-09	1.66E-06	SP
Depositi di versante – Sint. Di Matelica	MTIa	4	2.02E-05	3.14E-04	VP
Depositi terrazzati – Sint. Di Matelica	MTIbn	17	4.62E-09	2.94E-04	VP
Depositi eluvio-colluviali – Sint. Del Musone	MUSb2	1	6.29E-09	6.29E-09	VP
Depositi terrazzati – Sint. Del Musone	MUSbn	10	1.29E-07	1.89E-03	VP
Depositi di versante – Sint. Del Musone	MUSa	2	1.02E-05	1.78E-04	VP
Materiali di riporto	R	1	1.00E-04	1.00E-04	VP

4.2.5 Interpretazione idrogeologica lungo il tracciato

Nelle ricostruzioni effettuate in questa sede si è fatto riferimento sia alle misure di soggiacenza rilevate ai piezometri installati nel corso della campagna di indagine 2021, sia a considerazioni legate all'assetto idrogeologico locale.

Di seguito si sintetizzano le valutazioni condotte per alcuni dei tratti in galleria.

Lungo il tracciato relativo al lotto 2 si incontra la galleria La Rossa che attraversa il Calcere Massiccio, nell'area di Gorgovivo. Le informazioni raccolte e le ricostruzioni effettuate portano ad escludere l'interferenza con l'acquifero basale il cui tetto si porrebbe ad una quota di circa 155-160 m s.l.m., ossia attorno ai 15 m sotto il piano ferro.

I rimanenti tratti della linea che si sviluppano in sotterraneo non vedrebbero condizioni idrogeologiche tali da far pensare ad interferenze importanti con la superficie piezometrica. Ciò si verificherebbe sia per le caratteristiche di scarsa o nulla permeabilità di alcune formazioni (Scaglia Cinerea, Marne a Fucoidi), sia per l'assenza di condizioni predisponenti ad un'alimentazione efficace del circuito idrogeologico sotterraneo.

Per i tratti all'aperto, interessanti principalmente i depositi alluvionali, facendo riferimento ai dati piezometrici riportati nella relazione geologica, essi mostrano spesso un trend di approfondimento della soggiacenza legato probabilmente, sia all'assestamento della colonna d'acqua entro il foro dal termine delle lavorazioni sia al periodo di scarse precipitazioni in atto dall'inverno 2021 sino ad oggi.

4.2.6 Cartografia del Piano per l'Assetto Idrogeologico

Il *Distretto Idrografico dell'Appennino Centrale*, unitamente agli altri Enti territoriali aventi titolo, negli atti di pianificazione hanno classificato il territorio in relazione al pericolo ed al rischio geomorfologico e

Piano di Utilizzo dei materiali di scavo

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	PAG.
IR0F	02	R 69	RG TA 00 00 002	A	33/70

Relazione Generale

idraulico. Di seguito si riportano le considerazioni relative al pericolo e al rischio idraulico riscontrabili sul territorio tratti dalla cartografia efficace.

Dall'esame della cartografia redatta dal Distretto Idrografico dell'Appennino Centrale, e resa disponibile online dal Portale Cartografico Nazionale, a corredo del PGRAAC 2019 relativa alle aree alluvionabili distinte per gradi di probabilità di alluvionamento in relazione al tempo di ritorno del fenomeno, nell'area in esame, la linea ferroviaria risulta interessare le fasce classificate della pericolosità nei tratti di attraversamento dell'alveo attivo del Fiume Esino, in generale, e nel tratto che interessa il parcheggio e la nuova stazione di Genga; nel tratto tra progr. km. 2+300 e progr. km. 2+600 circa; nel tratto tra prog. 3+800 e prog. 4+100; nel tratto tra progr. 7+400 e progr. 8+889.

Tutte le interferenze segnalate rientrano in classificazione P2 caratterizzati da tempi di ritorno $T_R \leq 200$ anni, con probabilità di rischio medio. Tali aree sono state ricavate dal PAI in corso di aggiornamento e riportano quanto elaborato fino al 2013.

Di seguito si riportano gli stralci dei tratti significativi rispetto all'intervento in esame.

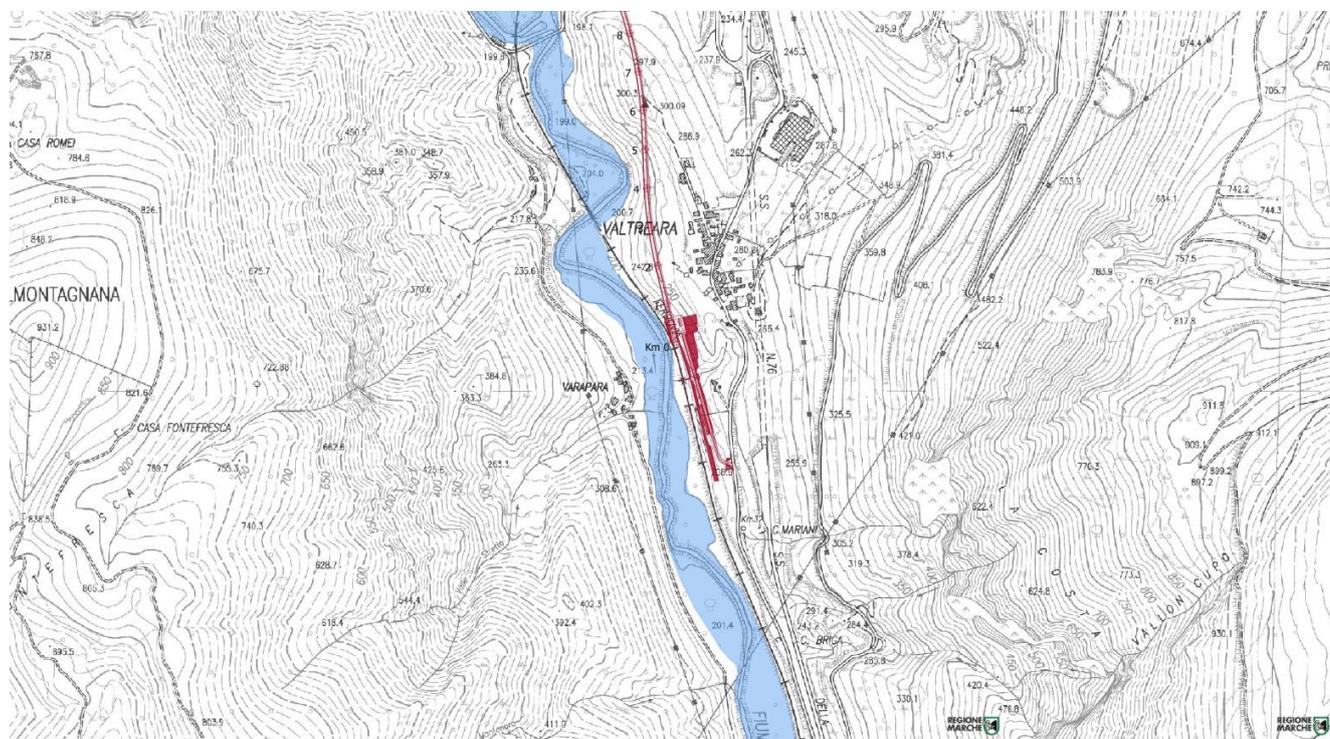


Figura 4-5: Aree classificate per il pericolo di esondazione con $T_R \leq 200$ – tratto prossimo alla prog km 0+000

Piano di Utilizzo dei materiali di scavo

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	PAG.
IR0F	02	R 69	RG TA 00 00 002	A	34/70

Relazione Generale

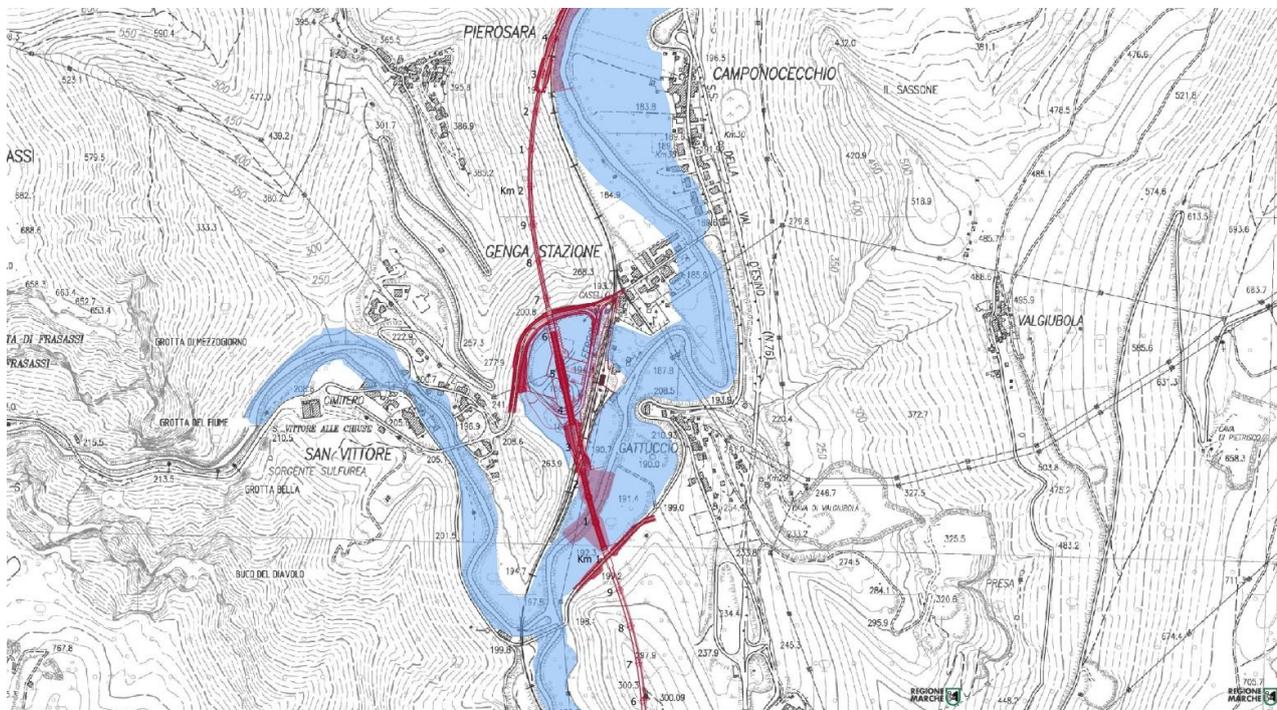


Figura 4-6: Aree classificate per il pericolo di esondazione con $TR \leq 200$ – tratto compreso tra la prog km 0+600 e la prog km 2+400

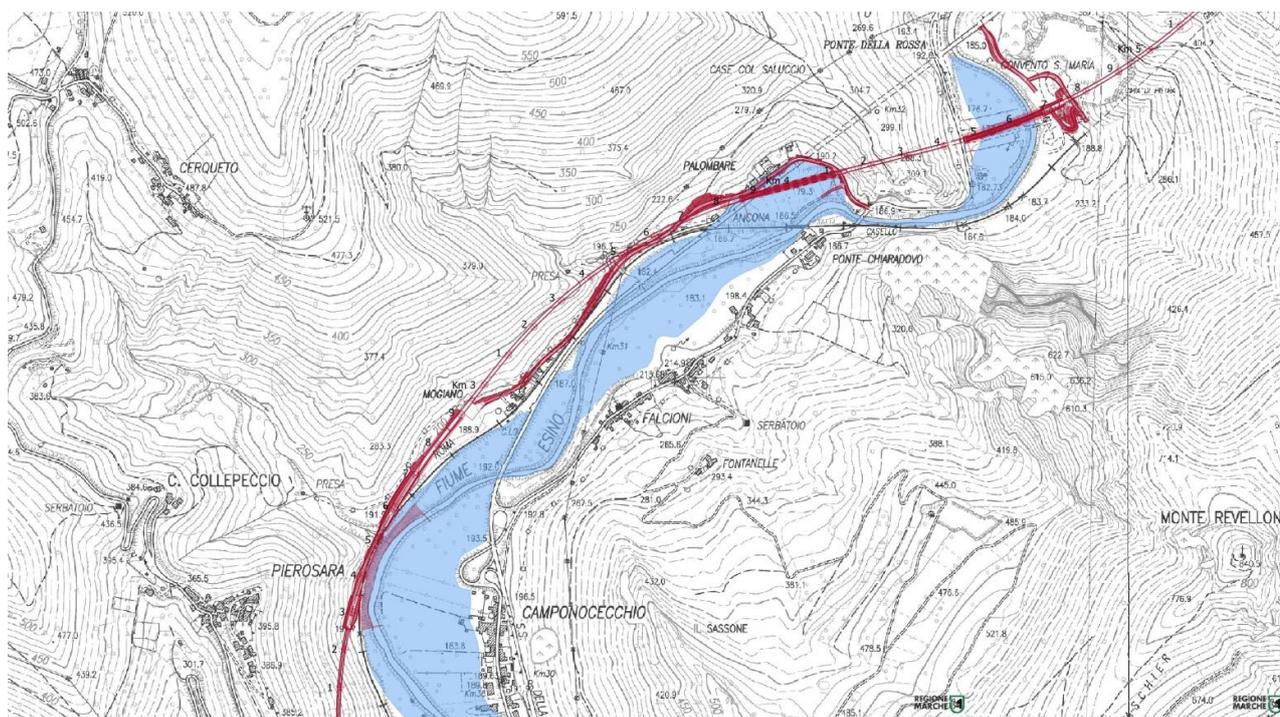


Figura 4-7: Aree classificate per il pericolo di esondazione con $TR \leq 200$ – tratto compreso tra la prog km 2+100 e la prog km 5+100

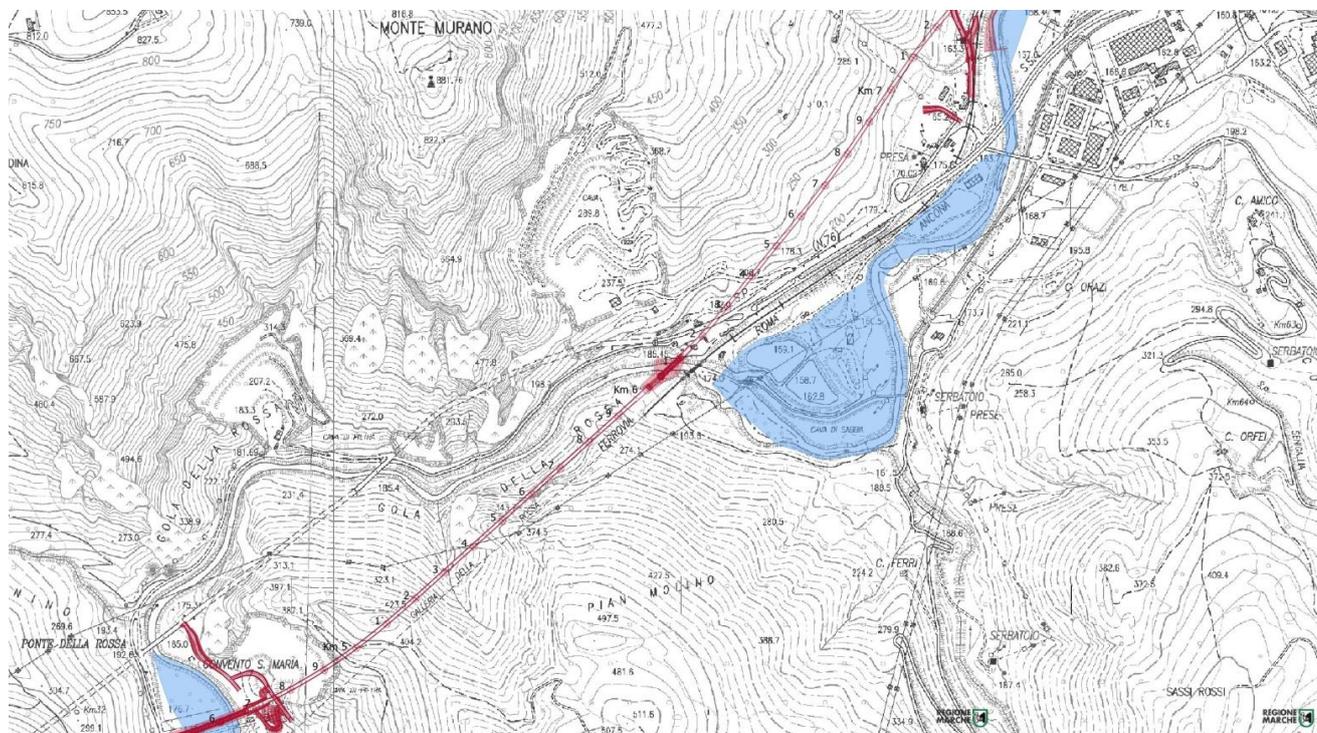


Figura 4-8: Aree classificate per il pericolo di esondazione con $TR \leq 200$ – tratto compreso tra la prog km 4+600 e la prog km 7+200

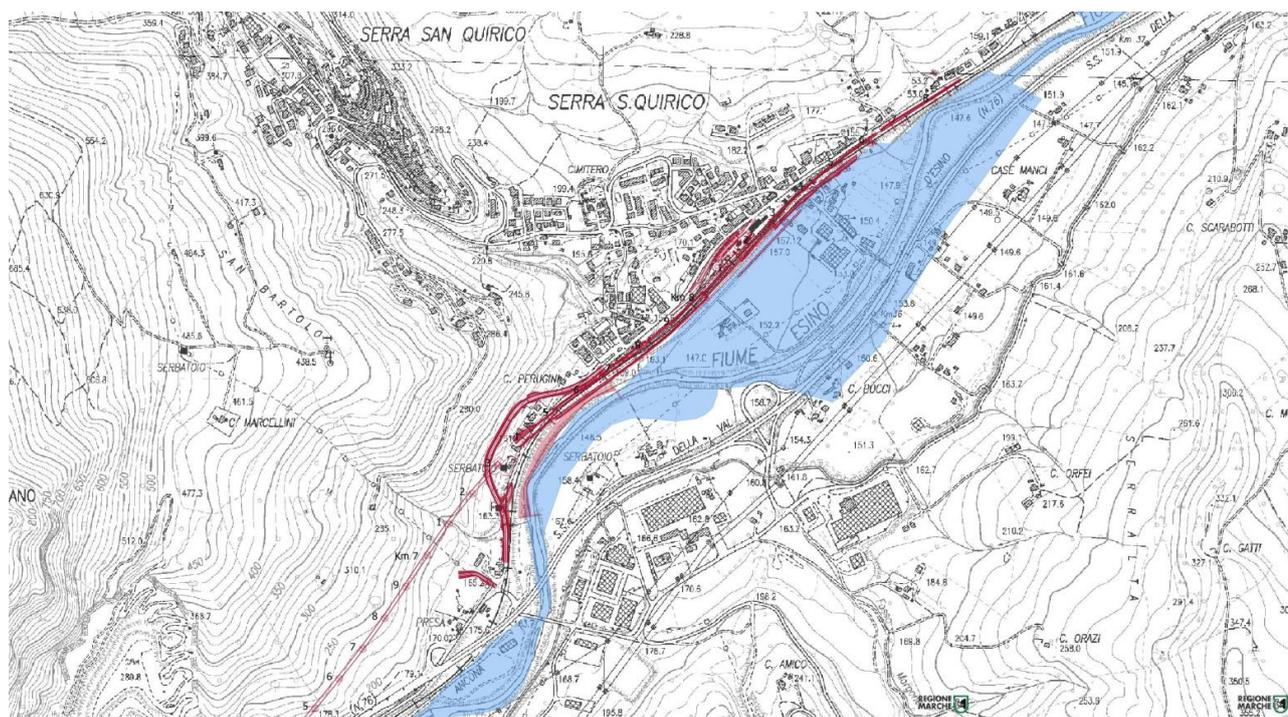


Figura 4-9: Aree classificate per il pericolo di esondazione con $TR \leq 200$ – tratto compreso tra la prog km 6+500 e fine progetto

Piano di Utilizzo dei materiali di scavo

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	PAG.
IR0F	02	R 69	RG TA 00 00 002	A	36/70

Relazione Generale

Al pericolo di alluvionamento viene associato il rischio conseguente diviso nelle seguenti categorie:

- **R4 rischio molto elevato**
per il quale sono possibili perdita di vite umane e lesioni gravi alle persone, danni gravi agli edifici, alle infrastrutture ed al patrimonio ambientale, la distruzione di attività socio-economiche.
- **R3 rischio elevato**
per il quale sono possibili problemi per l'incolumità delle persone, danni funzionali agli edifici e alle infrastrutture con conseguente inagibilità degli stessi, la interruzione di funzionalità delle attività socio-economiche e danni relativi al patrimonio ambientale;
- **R2 rischio medio**
per il quale sono possibili danni minori agli edifici, alle infrastrutture e al patrimonio ambientale che non pregiudicano l'incolumità delle persone, l'agibilità degli edifici e la funzionalità delle attività economiche;
- **R1 rischio moderato**
per il quale i danni sociali, economici ed al patrimonio ambientale sono trascurabili o nulli.

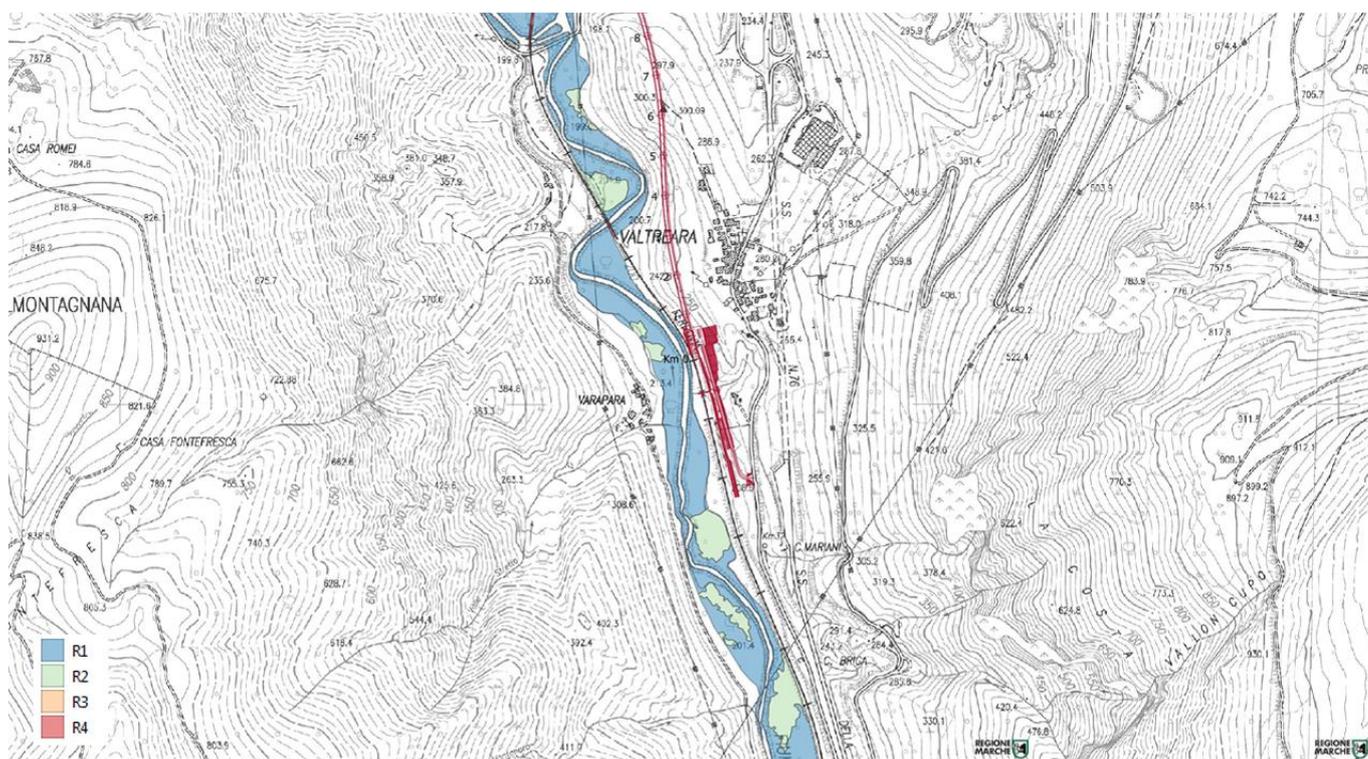


Figura 4-10: Aree classificate a rischio di esondazione – tratto prossimo alla prog km 0+000

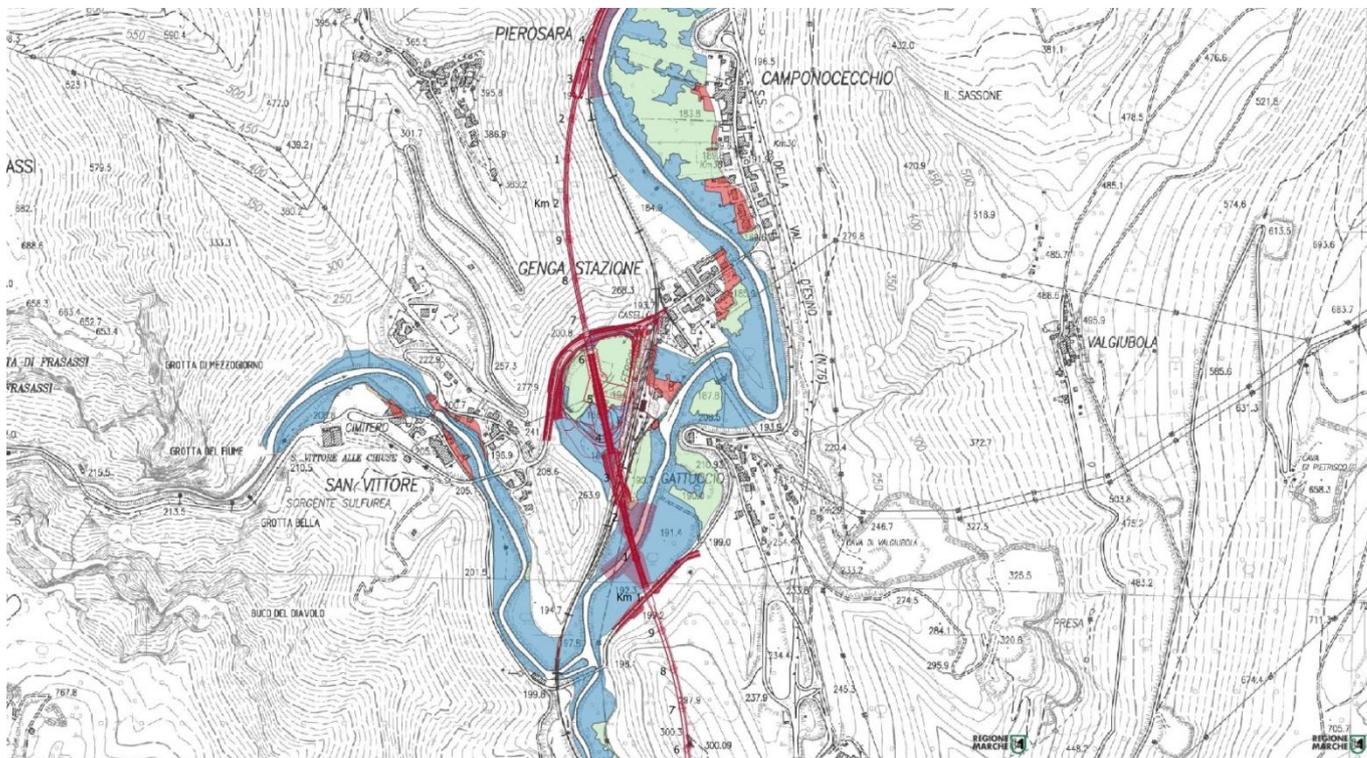


Figura 4-11: Aree classificate a rischio di esondazione – tratto compreso tra la prog km 0+600 e la prog km 2+400

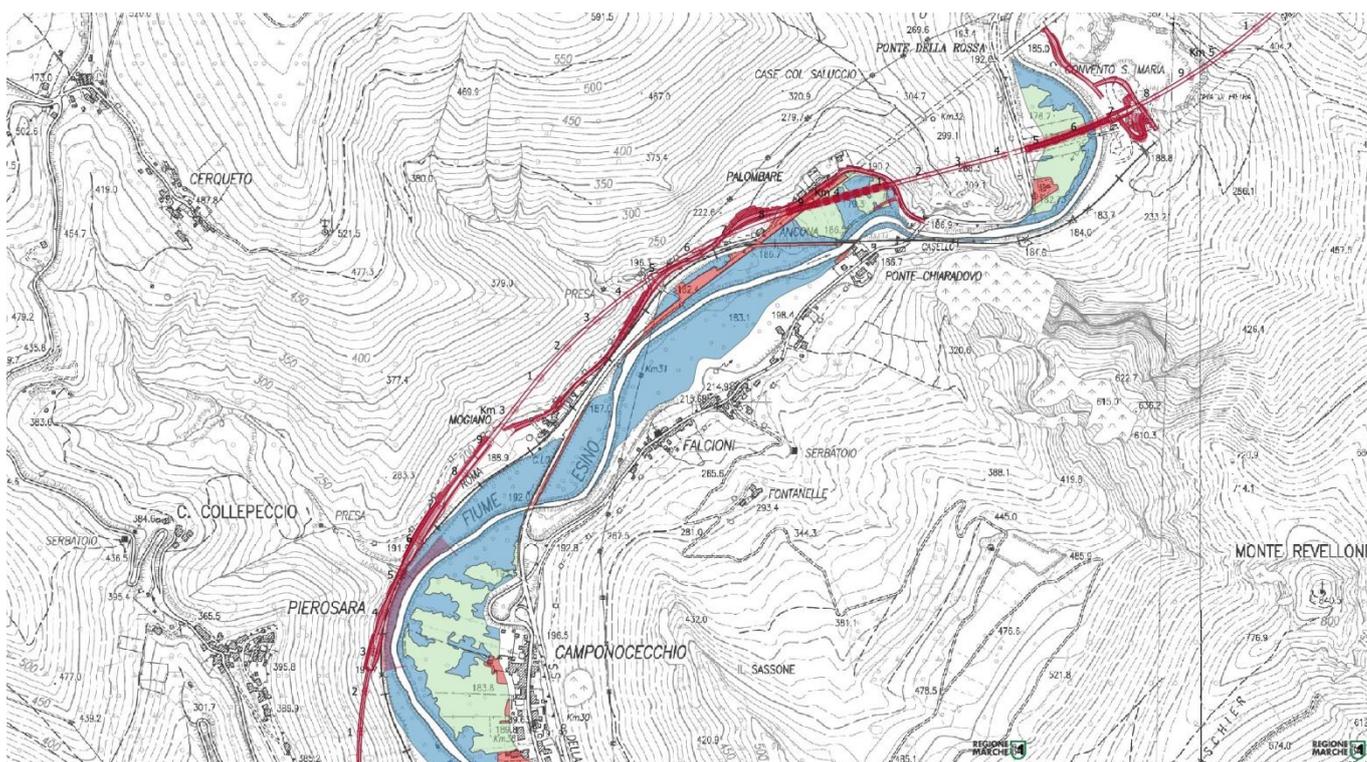


Figura 4-12: Aree classificate a rischio di esondazione – tratto compreso tra la prog km 2+100 e la prog km 5+100

Piano di Utilizzo dei materiali di scavo

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	PAG.
IR0F	02	R 69	RG TA 00 00 002	A	38/70

Relazione Generale

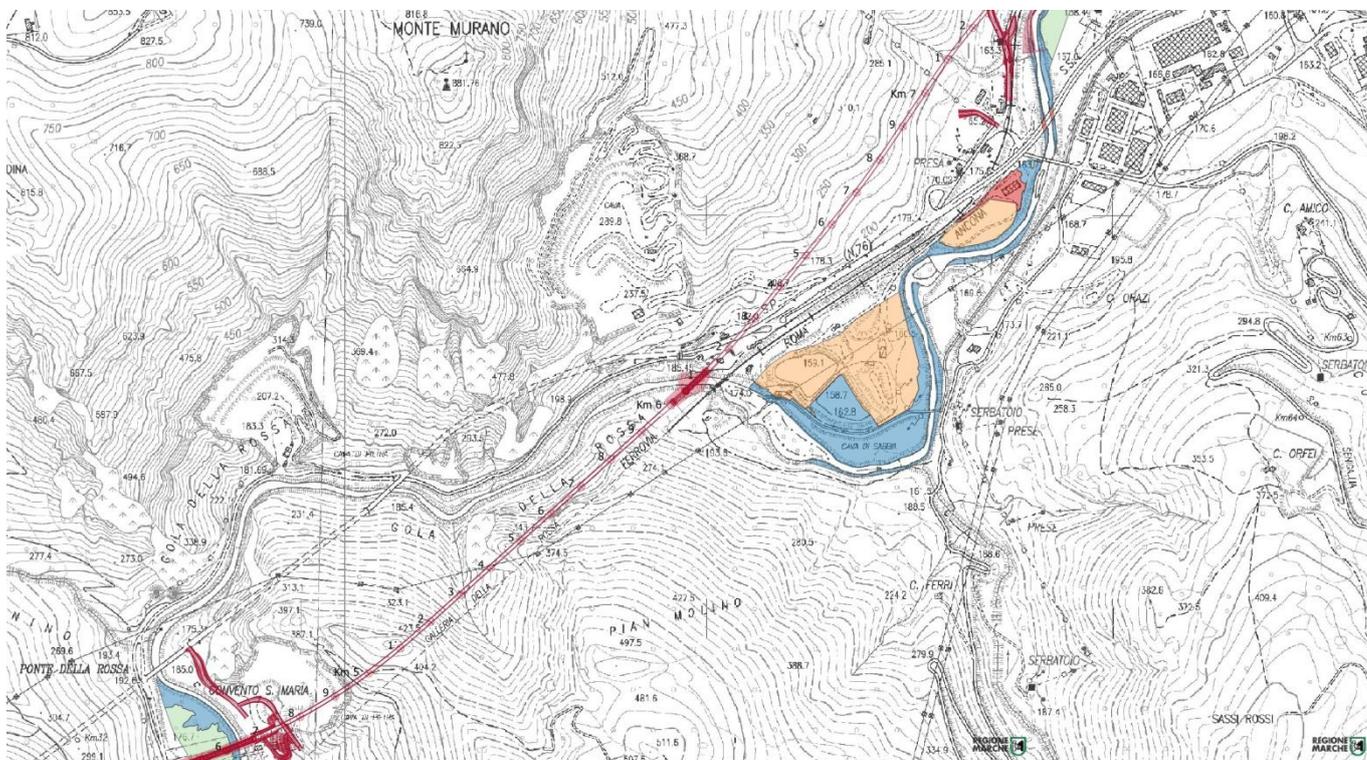


Figura 4-13: Aree classificate a rischio di esondazione – tratto compreso tra la prog km 4+600 e la prog km 7+200

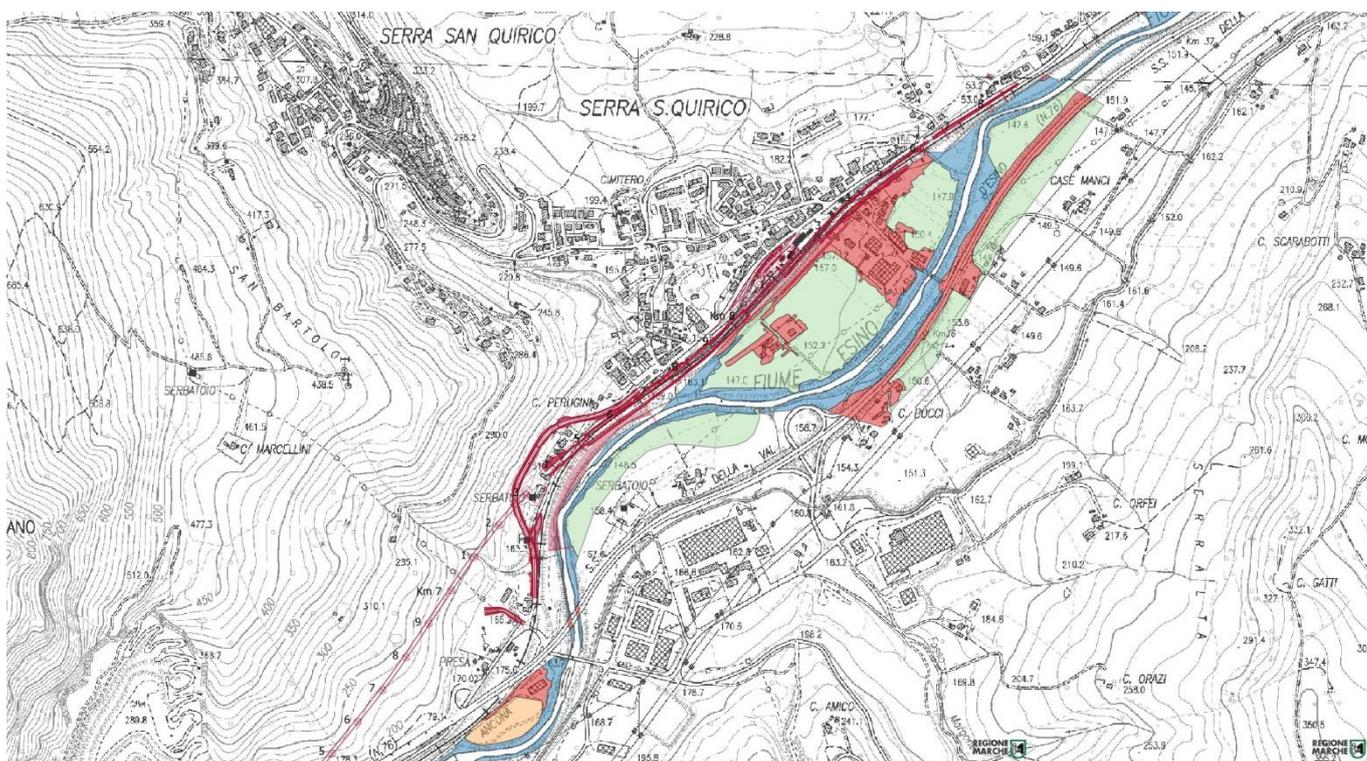


Figura 4-14: Aree classificate a rischio di esondazione – tratto compreso tra la prog km 6+500 e fine progetto

Come si evince dagli stralci che precedono, nel tratto in cui è segnalata l'interferenza in corrispondenza dell'attraversamento tra la prog km 1+000 circa, in coincidenza con la NV01, e la prog km 1+650 circa, con coincidenza con il tracciato della NV02 la linea ferroviaria di progetto interessa aree principalmente classificate R1 ed R2, dove l'interferenza con l'area classificata R2 si concentra sull'area del parcheggio della Stazione di Genga. Nel tratto in parola si riscontrano anche marginali interferenze con un'area classificata a *rischio molto elevato* R4, ed interessa un breve tratto della NV02

Tra la prog km 2+250 e la 2+650 circa la fascia a *rischio moderato* R1 lambisce l'infrastruttura (TR03) per cui è previsto in progetto la sistemazione delle sponde con una scogliera.

È segnalata un'interferenza con aree classificate a rischio nel tratto tra la prog km 3+800 e la prog km 4+120 circa che interessa il VI02 e la NV04, nell'area di fondovalle attraversata si rilevano aree di rischio R1; R2 ed R4. Tra la prog km 4+500 e la 4+650 circa, in corrispondenza del VI03, si attraversano aree a *rischio moderato* R1 e *rischio medio* R2.

Ulteriori interferenze marginali si registrano presso la stazione di Serra San Quirico dove un'area a *rischio molto elevato* R4 è lambita dall'ultimo rilevato prima di fine progetto.

Piano di Utilizzo dei materiali di scavo

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	PAG.
IR0F	02	R 69	RG TA 00 00 002	A	40/70

Relazione Generale

4.3 USO PREGRESSO DEL SITO ED INTERFERENZE CON AREE A RISCHIO CONTAMINAZIONE

Per un maggiore dettaglio circa la materia dei siti contaminati, si rimanda all'elaborato specialistico IR0F02R69RGSB0000001A – Relazione Generale "SITI CONTAMINATI".

4.4 CAMPIONAMENTO ED ANALISI

Nel corso delle attività di progettazione di fattibilità tecnico economica sono state eseguite delle analisi di caratterizzazione ambientale dei terreni atte a definire lo stato qualitativo dei materiali da scavo provenienti dalla realizzazione delle principali opere all'aperto; come tali le profondità di indagine sono state spinte fino alla quota di scavo prevista nei diversi tratti del tracciato in progetto.

Le attività di indagine sono state svolte conformemente ai criteri di caratterizzazione previsti all'Allegato 4 del D.P.R. 120/2017 e pertanto forniscono un quadro completo ed esaustivo sulle caratteristiche dei materiali che saranno oggetto di scavo e quindi sulla loro possibile gestione.

Ad ogni modo oltre alle analisi di caratterizzazione già eseguite in fase di progettazione, in corso d'opera si procederà ad eseguire ulteriori campionamenti mediante campionamento in cumulo o direttamente sul fronte di avanzamento dei materiali di scavo per i quali si prevede una gestione in qualità di sottoprodotti (oggetto del PUT), al fine di attestare la conformità dei materiali provenienti sia dalle opere in sotterraneo sia dalle opere all'aperto, affinché possano essere considerati sottoprodotti e non rifiuti ai sensi dell'art. 183, comma 1, lettera qq) del D.Lgs. 152/2006 e s.m.i. ed evidenziare il rispetto dei requisiti richiesti dal D.P.R.120/2017. L'implementazione del piano di campionamento e monitoraggio in corso d'opera avverrà secondo quanto previsto dall'Allegato 9 (Procedure di campionamento in corso d'opera e per i controlli e le ispezioni) del D.P.R.120/2017.

Come precedentemente riportato, per la rappresentazione grafica dei punti di campionamento, le tabelle riepilogative e relativi rapporti di prova delle indagini di caratterizzazione ambientale svolte si rimanda all'elaborato "Schede Tecniche dei Siti di Produzione – IR0F02R69SHTA0000001A".

4.4.1 Indagini ambientali sui terreni lungo linea

In corrispondenza delle aree oggetto di intervento, nel corso delle attività di progettazione di fattibilità tecnico economica, sono state eseguite indagini per la caratterizzazione dei terreni al fine di definire, da un lato le caratteristiche chimiche dei materiali che verranno movimentati in fase di esecuzione lavori e dall'altro le loro modalità di gestione.

Si precisa che nell'ottica di intraprendere un iter di gestione dei materiali di scavo in qualità di sottoprodotti ai sensi del D.P.R. 120/2017, è stato rispettato il passo di 2.000 m, così come indicato all'Allegato 2 dello stesso decreto, mentre le profondità di campionamento sono state determinate sulla base delle profondità di scavo previste da progetto.

Nel dettaglio, nell'ambito della campagna svolta nell'anno 2021 sono stati prelevati i seguenti campioni:

- n. 24 campioni di terre e rocce da scavo da cassetta catalogatrice prelevati dai sondaggi riportati nella tabella a seguire, per successiva caratterizzazione ambientale secondo quanto previsto dalla Tabella 4.1 del D.P.R. 120/2017 e confronto con i limiti della Tab. 1 All. 5 al Titolo V della Parte IV D.Lgs 152/06 e s.m.i. e dell'Allegato 2, art. 3 del DM 46/2019.

SONDAGGI		
ID PUNTO	N° CAMPIONI	DENOMINAZIONE CAMPIONE
FCS73	3	Campione di terreno – FCS73 (15-16 m)
		Campione di terreno – FCS73 (20-21 m)
		Campione di terreno – FCS73 (25-26 m)
FCL52	3	Campione di terreno – FCL52 (0-1 m)
		Campione di terreno – FCL52 (2-3 m)
		Campione di terreno – FCL52 (4-5 m)
FCL10	3	Campione di terreno – FCL10 (0-1 m)
		Campione di terreno – FCL10 (2-3 m)
		Campione di terreno – FCL10 (4-5 m)
FCL22	3	Campione di terreno – FCL22 (0-1 m)
		Campione di terreno – FCL22 (2-3 m)
		Campione di terreno – FCL22 (4-5 m)
FCL25	3	Campione di terreno – FCL25 (0-1 m)
		Campione di terreno – FCL25 (2-3 m)
		Campione di terreno – FCL25 (4-5 m)
FCS27	3	Campione di terreno – FCS27 (0-1 m)
		Campione di terreno – FCS27 (5-6 m)
		Campione di terreno – FCS27 (10-11 m)
FCS31	3	Campione di terreno – FCS31 (0-1 m)
		Campione di terreno – FCS31 (4-5 m)
		Campione di terreno – FCS31 (8-9 m)
FCS35	3	Campione di terreno – FCS35 (0-1 m)
		Campione di terreno – FCS35 (1-2 m)
		Campione di terreno – FCS35 (2-3 m)
TOTALE		24

Tabella 4-10: Campioni di terre e rocce da scavo ai fini della caratterizzazione ambientale

Tutti i campioni da sottoporre a caratterizzazione ambientale sono stati vagliati in campo mediante un setaccio a maglie in metallo di diametro pari a 2 cm, per eliminare il materiale più grossolano mentre per

i campioni da sottoporre a caratterizzazione rifiuti è stato prelevato il materiale tal quale senza preventiva vagliatura in campo.

I campioni prelevati sono stati posti in barattoli di plastica, barattoli in vetro e vials, contraddistinti da opportuna etichetta indelebile riportante la localizzazione del sito, il numero del sondaggio, la profondità e la data del prelievo e sono stati conservati alla temperatura di 4 °C in minifrigoriferi portatili fino all'inizio delle analisi, accompagnati dalla scheda di campionamento (catena di custodia).

Di seguito si riporta una tabella di sintesi con il riepilogo dei campioni di terreno prelevati.

Tabella 4-11: tabella riepilogativa dei campioni di terreno prelevati

Accettazione	Tipologia	Denominazione campione
21LA0035625	Suoli Tab 1-A + Tab 1-B	Campione di terreno - FCS73 (15-16 m)
21LA0035626	Suoli Tab 1-A + Tab 1-B	Campione di terreno - FCS73 (20-21 m)
21LA0035627	Suoli Tab 1-A + Tab 1-B	Campione di terreno - FCS73 (25-26 m)
21LA0035628	Suoli Tab 1-A + Tab 1-B	Campione di terreno - FCL52 (0-1 m)
21LA0035629	Suoli Tab 1-A + Tab 1-B	Campione di terreno - FCL52 (2-3 m)
21LA0035630	Suoli Tab 1-A + Tab 1-B	Campione di terreno - FCL52 (4-5 m)
21LA0035631	Suoli Tab 1-A + Tab 1-B	Campione di terreno - FCL10 (0-1 m)
21LA0035632	Suoli Tab 1-A + Tab 1-B	Campione di terreno - FCL10 (2-3 m)
21LA0035633	Suoli Tab 1-A + Tab 1-B	Campione di terreno - FCL10 (4-5 m)
21LA0035634	Suoli Tab 1-A + Tab 1-B	Campione di terreno - FCL22 (0-1 m)
21LA0035635	Suoli Tab 1-A + Tab 1-B	Campione di terreno - FCL22 (2-3 m)
21LA0035636	Suoli Tab 1-A + Tab 1-B	Campione di terreno - FCL22 (4-5 m)
21LA0035637	Suoli Tab 1-A + Tab 1-B	Campione di terreno - FCL25 (0-1 m)
21LA0035638	Suoli Tab 1-A + Tab 1-B	Campione di terreno - FCL25 (2-3 m)
21LA0035639	Suoli Tab 1-A + Tab 1-B	Campione di terreno - FCL25 (4-5 m)
21LA0035652	Suoli Tab 1-A + Tab 1-B	Campione di terreno - FCS27 (0-1 m)
21LA0035653	Suoli Tab 1-A + Tab 1-B	Campione di terreno - FCS27 (5-6 m)
21LA0035654	Suoli Tab 1-A + Tab 1-B	Campione di terreno - FCS27 (10-11 m)
21LA0035655	Suoli Tab 1-A + Tab 1-B	Campione di terreno - FCS31 (0-1 m)

Accettazione	Tipologia	Denominazione campione
21LA0035656	Suoli Tab 1-A + Tab 1-B	Campione di terreno - FCS31 (4-5 m)
21LA0035657	Suoli Tab 1-A + Tab 1-B	Campione di terreno - FCS31 (8-9 m)
21LA0035658	Suoli Tab 1-A + Tab 1-B	Campione di terreno - FCS35 (0-1 m)
21LA0035659	Suoli Tab 1-A + Tab 1-B	Campione di terreno - FCS35 (1-2 m)
21LA0035660	Suoli Tab 1-A + Tab 1-B	Campione di terreno - FCS35 (2-3 m)

Di seguito si riporta il set analitico ricercato sui campioni di terreno prelevati:

Tabella 4-12: Set analitico analisi di caratterizzazione ambientali dei terreni

PARAMETRO	METODO	UM
METALLI		
Arsenico	EPA3051 6020	mg/kg
Cadmio	EPA3051 6020	mg/kg
Cobalto	EPA3051 6020	mg/kg
Cromo	EPA3051 6020	mg/kg
Cromo esavalente (VI)	EPA3060 7196	mg/kg
Mercurio	EPA3051 6020	mg/kg
Nichel	EPA3051 6020	mg/kg
Piombo	EPA3051 6020	mg/kg
Rame	EPA3051 6020	mg/kg
Zinco	EPA3051 6020	mg/kg
COMPOSTI ORGANICI AROMATICI		
Benzene	EPA5021 8260	mg/kg
Toluene	EPA5021 8260	mg/kg
Etilbenzene	EPA5021 8260	mg/kg
Stirene	EPA5021 8260	mg/kg
Xileni	EPA5021 8260	mg/kg
Sommatoria composti organici aromatici	EPA5021 8260	mg/kg
Idrocarburi pesanti C >12	EPA 3541 1994 + EPA 3620C 2014 + EPA 8015C 2007	mg/kg SS
IDROCARBURI POLICICLICI AROMATICI		
Benzo(a)antracene	EPA3550 8270	mg/Kg SS
Benzo(a)pirene	EPA3550 8270	mg/Kg SS
Benzo(b)fluorantene	EPA3550 8270	mg/Kg SS
Benzo(k)fluorantene	EPA3550 8270	mg/Kg SS
Benzo(g,h,i)perilene	EPA3550 8270	mg/kg
Crisene	EPA3550 8270	mg/Kg SS
Dibenzo(a,e)pirene	EPA3550 8270	mg/kg

PARAMETRO	METODO	UM
Dibenzo(a,l)pirene	EPA3550 8270	mg/kg
Dibenzo(a,i)pirene	EPA3550 8270	mg/kg
Dibenzo(a,h)pirene	EPA3550 8270	mg/kg
Dibenzo(a,h)antracene	EPA3550 8270	mg/Kg SS
Indenopirene	EPA3550 8270	mg/kg
Pirene	EPA3550 8270	mg/kg
Sommatoria composti aromatici policiclici	EPA3550 8270	mg/kg
ALTRE SOSTANZE		
Amianto SEM (Analisi Qualitativa)	DM 06/09/1994 SO n°129 GU n°220 20/09/1994 All. 1	Pres. - Ass.
Amianto SEM (Analisi Quantitativa)	DM 06/09/1994 SO n°129 GU n°220 20/09/1994 All. 1	mg/kg

Le determinazioni analitiche sono state condotte sulla frazione granulometrica dei campioni di terreno prelevati passante al vaglio 2 mm e i dati analitici sono stati riferiti alla totalità dei materiali secchi, comprensiva anche dello scheletro (frazione granulometrica compresa tra 2 cm e 2 mm), come indicato dal D.Lgs. 152/06 e s.m.i..

I risultati analitici sono stati confrontati con le Concentrazioni Soglia di Contaminazione di cui alla Tabella 1, Allegato 5, Titolo V, Parte IV del D.Lgs. 152/06 e.s.m.i., ed hanno evidenziato il rispetto totale dei limiti di cui alla Colonna B (Siti a destinazione d'uso commerciale e industriale), mentre hanno evidenziato tre superamenti dei limiti di Colonna A (Siti a destinazione d'uso verde pubblico, privato e residenziale) per i seguenti analiti:

- **Cobalto** nel campione FCL10 (da -2 m a -3 m)
- **Idrocarburi C>12** nei campioni FCS31 (da 0 m a -1 m) e FCS35 (da 0 m a -1 m)

In riferimento alle indagini effettuate si può quindi affermare che i materiali prodotti nell'ambito delle lavorazioni presentano caratteristiche idonee al loro utilizzo finale, così come previsto nel presente PUT, precisando che i materiali di scavo conformi alla destinazione d'uso commerciale/industriale (Colonna B), non riutilizzati nell'ambito del progetto, verranno conferiti come sottoprodotto in siti esterni da riambientalizzare in quanto nella presente fase progettuale ne sono stati individuati alcuni autorizzati anche per i conferimenti di terre entro i limiti di Colonna B. In caso contrario, ciò che non potrà essere riutilizzato internamente al progetto in regime di sottoprodotto sarà gestito nel regime dei rifiuti.

4.4.2 Indagini ambientali sulle acque sotterranee

In corrispondenza dei punti in cui è attesa la possibilità che si possa eventualmente verificare una interferenza con la falda durante la realizzazione delle opere in progetto, secondo quanto previsto dal D.P.R. 120/2017, sono stati eseguiti dei campionamenti di acque sotterranee, prelevati da piezometri installati in corrispondenza di alcuni dei sondaggi geognostici ed ambientali eseguiti.

In particolare n. 1 campione di acque sotterranee è stato prelevato nel giorno 28 Giugno 2021 nel punto denominato FCL10. L'ubicazione del punto di prelievo è riportata nell'allegato 3 all'elaborato correlato "Schede Tecniche dei Siti di Produzione – IR0F02R69SHTA0000001A".

Nella tabella seguente sono riportate la denominazione dei campioni prelevati e la tipologia di analisi eseguita.

Accettazione	Tipologia	Denominazione campione
21LA0040898	Acqua Sotterranea 152 tab.2	Campione di acque di falda - FCL10

Tabella 13 - Riepilogo dei campioni acque sotterranee prelevati

Di seguito si riportano gli analiti ricercati:

Tabella 4-14: Set analitico acque sotterranee

PARAMETRO	UM
METALLI	
Arsenico	µg/l
Cadmio	µg/l
Cromo	µg/l
Cromo esavalente (VI)	µg/l
Mercurio	µg/l
Manganese	µg/l
Nichel	µg/l
Piombo	µg/l
Rame	µg/l
Zinco	µg/l
IDROCARBURI	
Idrocarburi totali	[n-esano] µg/l
IDROCARBURI POLICICLICI AROMATICI	
Benzo(a)antracene	µg/l
Benzo(a)pirene	µg/l
Benzo(b)fluorantene	µg/l
Benzo(k)fluorantene	µg/l

Piano di Utilizzo dei materiali di scavo

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	PAG.
IR0F	02	R 69	RG TA 00 00 002	A	47/70

Relazione Generale

Benzo(g,h,i)perilene	µg/l
Crisene	µg/l
Dibenzo(a,h)antracene	µg/l
Indeno(1,2,3-c,d)pirene	µg/l
Pirene	µg/l
Sommatoria idrocarburi policiclici aromatici	µg/l
FITOFARMACI	
Alaclor	µg/l
Aldrin	µg/l
Atrazina	µg/l
alfa-esacloroesano	µg/l
beta-esacloroesano	µg/l
gamma-esacloroesano	µg/l
Clordano	µg/l
DDD, DDT, DDE	µg/l
Dieldrin	µg/l
Endrin	µg/l
Eptacloro	µg/l
Eptacloro epossido	µg/l
Isodrin	µg/l
Endosulfan	mg/l
Eptabromodifeniletere	µg/l
Esaclorobutadiene	µg/l
Esabromodifeniletere	µg/l
Tetrabromodifeniletere	µg/l
Pentabromodifeniletere	µg/l
Sommatoria fitofarmaci	µg/l
COMPOSTI ORGANICI AROMATICI	
Benzene	µg/l
Etilbenzene	µg/l
Stirene	µg/l
Toluene	µg/l
Xileni	µg/l
COMPOSTI ALIFATICI CLORURATI CANCEROGENI	
Clorometano	µg/l
Triclorometano	µg/l
Cloruro di Vinile	µg/l
1,2-Dicloroetano	µg/l
1,1-Dicloroetilene	µg/l
Tricloroetilene	µg/l
Tetracloroetilene	µg/l

COMPOSTI ALIFATICI CLORURATI NON CANCEROGENI	
1,1-Dicloroetano	µg/l
1,2-Dicloroetilene	µg/l
1,2-Dicloropropano	µg/l
1,1,2-Tricloroetano	µg/l
1,2,3-Tricloropropano	µg/l
1,1,2,2-Tetracloroetano	µg/l
COMPOSTI ALIFATICI ALOGENATI CANCEROGENI	
Tribromometano (Bromoformio)	µg/l
1,2-Dibromoetano	µg/l
Dibromoclorometano	µg/l
Bromodichlorometano	µg/l
COMPOSTI ALIFATICI ALOGENATI CANCEROGENI	
Azoto ammoniacale (come N)	mg/l
Azoto nitroso (come N)	mg/l

Dall'analisi dei risultati ottenuti si evince che non sono stati registrati superamenti rispetto a quanto previsto dai limiti di legge di cui alla Tabella 2 Allegato 5 al titolo IV della parte IV del D.Lgs. 152/06 e s.m.i.

Nel documento correlato "Schede Tecniche dei Siti di Produzione – IR0F02R69SHTA0000001A" si riportano la tabella riepilogativa ed i rapporti di prova relativi ai risultati analitici delle acque sotterranee.

5 METODICHE DI SCAVO, ANALISI E OPERAZIONI SUI SOTTOPRODOTTI

5.1 TECNICHE DI SCAVO

Le opere che comportano attività di scavo dalle quali verranno prodotti i materiali di risulta oggetto del presente documento, sono principalmente le trincee, le nuove viabilità e le opere di risoluzione delle interferenze. In misura minore, invece, comporteranno la produzione di materiali di scavo opere idrauliche e rilevati.

5.1.1 Scavo Tradizionale

Per la realizzazione delle suddette opere in terra si prevedono unicamente tecniche di scavo eseguite attraverso tradizionali mezzi meccanici con benna (principalmente escavatori a braccio rovescio).

5.2 QUADRO DEI MATERIALI DI SCAVO PRODOTTI

I materiali da scavo che verranno prodotti dalla realizzazione delle opere in oggetto, nell'ottica del rispetto dei principi ambientali di favorire il riutilizzo piuttosto che lo smaltimento saranno, ove possibile, reimpiegati nell'ambito delle lavorazioni a fronte di un'ottimizzazione negli approvvigionamenti esterni o, in alternativa, conferiti a siti esterni.

Si precisa che, in riferimento ai fabbisogni dell'opera in progetto e alla caratterizzazione ambientale eseguita in fase progettuale, quota parte dei materiali presentano caratteristiche geotecniche e chimiche idonee per possibili utilizzi interni quali formazione di rilevati, rinterri, riempimenti e coperture vegetali.

Di seguito si riporta la tabella riepilogativa con indicazione dei materiali scavati per tipologia di opere con indicazione di riutilizzo interno o esterno al progetto.

TEMATICA	PRODUZIONE [mc]	RIUTILIZZO INTERNO [mc]		UTILIZZO ESTERNO [mc]	
		STESSA WBS	ALTRA WBS	RIFIUTI [mc]	SOTTOPRODOTTI [mc]
rilevati	9.706	-	-	9.706	-
trincee + muri	132.170	4.597	57.271	-	70.302
gallerie artificiali	167.520	30.486	47.348	-	89.686
gallerie naturali	500.661	53.249	96.411	-	351.002
nuove viabilità	284.232	59.277	41.670	15.755	167.529
deviate provvisorie	28.882	2.486	4.972	16.454	4.970
stazioni	6.392	1.165	2.330	-	2.897
viadotti	50.955	-	-	-	50.955
	1.180.518	151.260	250.002	41.915	737.341
		401.262			
		ai sensi del DPR 120/2017		non gestibile ai sensi del DPR 120/2017	ai sensi del DPR 120/2017

Tabella 5-1: Tabella riepilogativa quantitativi prodotti e loro gestione [mc in banco]

In riferimento alle tabelle sopra riportate, pertanto, la realizzazione del progetto inerente al raddoppio ferroviario della tratta PM228-Castelplanio, Lotto 2 porterà alla produzione di un quantitativo complessivo

Piano di Utilizzo dei materiali di scavo	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	PAG.
Relazione Generale	IR0F	02	R 69	RG TA 00 00 002	A	50/70

di 1.180.518 mc (in banco) di materiali da scavo che, in riferimento ai fabbisogni dell'opera in progetto e alla caratterizzazione ambientale eseguita in fase progettuale, sarà suddiviso nel seguente modo:

- riutilizzo interno all'opera nell'ambito del D.P.R. 120/2017: 401.263 mc di cui 151.260 mc riutilizzabile all'interno della stessa WBS e 250.002 mc utilizzabili in WBS diverse da quelle di produzione;
- riutilizzo esterno all'opera per attività di rimodellamento morfologico/recupero di siti esterni nell'ambito del D.P.R 120/2017: 737.341 mc;
- materiale da gestire come rifiuto ai sensi della Parte IV del D. Lgs.152/2006 e s.m.i.: 41.915 mc.

Con riferimento al suddetto bilancio, si evidenzia che la programmazione prevista per la realizzazione della tratta PM228-Castelplanio e connessa alla PM228 – Albacina, prevede la realizzazione per lotti separati con tempi sfalsati: pertanto si possono escludere effetti cumulati legati al tema delle terre e rocce da scavo prodotte e degli approvvigionamenti necessari.

5.3 TRATTAMENTI DI NORMALE PRATICA INDUSTRIALE

Al fine di migliorare le caratteristiche merceologiche dei materiali di scavo e renderne l'utilizzo maggiormente produttivo e tecnicamente efficace, si prevede di sottoporli a trattamenti di normale pratica industriale, così come definiti dall'Allegato 3 del DPR 120/2017.

In particolare, al fine di garantire ai sottoprodotti il rispetto delle migliori caratteristiche meccaniche e prestazionali tutti i materiali che si prevede di riutilizzare all'interno dell'opera potranno essere sottoposti alle seguenti operazioni di normale pratica industriale:

- la **selezione granulometrica** del materiale da scavo mediante vagliatura, per tutti i materiali provenienti dagli scavi da reimpiegare internamente (in stessa o in altra WBS) per la realizzazione di rilevati/rinterri/riempimenti; la vagliatura avverrà all'interno delle aree di cantiere. Si prevede che saranno sottoposti a selezione granulometrica circa 401.259 mc;
- la **riduzione volumetrica** mediante frantumazione, per tutti i materiali provenienti dagli scavi delle opere in sotterraneo da reimpiegare internamente (in stessa o in altra WBS) per la realizzazione di rilevati/rinterri/riempimenti; la frantumazione avverrà mediante l'utilizzo di un frantoio mobile da posizionare all'interno delle aree di cantiere. Si prevede che saranno sottoposti a riduzione volumetrica circa 227.493 mc

Non è previsto trattamento a calce.

5.4 ATTIVITÀ DI CONTROLLO E MONITORAGGIO IN CORSO D'OPERA

Come già sottolineato precedentemente, pur ritenendo la fase di indagine preliminare sopra descritta esaustiva, soprattutto considerando che le tecniche di scavo che verranno utilizzate non porteranno alla modificazione delle caratteristiche dei materiali scavati e già caratterizzati, si procederà comunque, in corso d'opera, ad eseguire ulteriori indagini volte esclusivamente a confermare quanto già evidenziato dalle indagini eseguite in fase progettuale. Tale approccio risponde inoltre a quanto precedentemente indicato dal MiTE nel corso degli iter autorizzativi dei PUT precedentemente approvati e redatti dalla scrivente.

Di seguito si riportano quindi i criteri generali di esecuzione della caratterizzazione in corso d'opera che avverrà conformemente a quanto stabilito dall'Allegato 9 del D.P.R. 120/2017.

5.4.1 Modalità di caratterizzazione dei materiali di scavo

Il D.P.R. 120/2017, nell'Allegato 9 "Procedure di campionamento in corso d'opera e per i controlli e le ispezioni" – Parte A "Caratterizzazione delle terre e rocce da scavo in corso d'opera - verifiche da parte dell'esecutore" riporta che *"Le attività di caratterizzazione durante l'esecuzione dell'opera possono essere condotte a cura dell'esecutore, in base alle specifiche esigenze operative e logistiche della cantierizzazione, secondo una delle seguenti modalità:*

- *su cumuli all'interno di opportune aree di caratterizzazione,*
- *direttamente sull'area di scavo e/o sul fronte di avanzamento,*
- *sull'intera area di intervento.*

Per il trattamento dei campioni al fine della loro caratterizzazione analitica, il set analitico, le metodologie di analisi, i limiti di riferimento ai fini del riutilizzo si applica quanto indicato negli allegati 2 e 4 del medesimo DPR.

In riferimento alle specifiche esigenze operative e logistiche della cantierizzazione, i materiali di scavo prodotti dalla realizzazione delle opere previste dal progetto di fattibilità tecnico economica saranno caratterizzati su cumuli all'interno delle aree di stoccaggio, opportunamente distinte e identificate con adeguata segnaletica.

Appare evidente che il Programma Lavori potrà essere approfondito solo in fase di sviluppo della Progettazione Esecutiva ed in relazione alle specifiche esigenze operative di cantiere pertanto, come previsto dal D.P.R. 120/2017, le caratterizzazioni in corso d'opera potrebbero essere eseguite presso opportune "piazzole di caratterizzazione" e non necessariamente in corrispondenza delle aree di stoccaggio/siti di deposito in attesa di utilizzo.

Come prescritto dall'Allegato 9 del D.P.R. 120/2017, le piazzole di caratterizzazione saranno impermeabilizzate al fine di evitare che le terre e rocce non ancora caratterizzate entrino in contatto con la matrice suolo ed avranno superficie e volumetria sufficiente a garantire il tempo di permanenza necessario per l'effettuazione del campionamento e delle analisi. Le modalità di gestione dei cumuli dovranno garantirne la stabilità, l'assenza di erosione da parte delle acque e la dispersione in atmosfera di polveri, anche ai fini della salvaguardia dell'igiene e della salute umana, nonché della sicurezza sui luoghi di lavoro ai sensi del D.Lgs. 81/2008.

In riferimento al bilancio dei materiali riportato nei paragrafi precedenti, si riporta di seguito una tabella riepilogativa del numero di cumuli che si prevede di produrre dai materiali di scavo prodotti da ciascuna macrocategoria di opera.

Tabella 5-2: tabella riepilogativa del numero di cumuli per macrocategoria

tematica	totale sottoprodotti (mc)	NUMERO ANALISI
		[1 ogni 5.000 mc]
rilevati	-	0
trincee + muri	132.170	27
gallerie artificiali	167.520	34
gallerie naturali	500.661	101
nuove viabilità	268.477	54
deviate provvisorie	12.428	3
stazioni	6.392	2
viadotti	50.955	11
TOTALE	1.138.603	232

Rispetto ai n. 232 cumuli complessivamente realizzabili, il numero dei cumuli da campionare (che verranno scelti in modo casuale) sarà determinato mediante la formula:

$$m = k \cdot n^{1/3}$$

dove:

m = numero totale dei cumuli da campionare;

n = numero totale dei cumuli realizzabili dall'intera massa;

k = costante, pari a 5

Applicando la formula, dei n = 232 cumuli realizzabili dall'intera massa di materiali di scavo da verificare per le opere all'aperto si prevede di analizzarne m ~ 31.

Il campionamento, come previsto dallo stesso Allegato 9 al D.P.R.120/17, sarà effettuato in modo tale da ottenere un campione rappresentativo secondo i criteri, le procedure, i metodi e gli standard. In particolare si prevede di formare, per ciascun cumulo omogeneo di volume pari a 5.000 mc, un campione medio composito prelevando almeno 8 incrementi di cui 4 da prelievi profondi e altrettanti da prelievi superficiali da più punti sparsi sullo stesso cumulo a mezzo di escavatore meccanico a benna rovescia. Gli incrementi prelevati dovranno essere miscelati tra loro al fine di ottenere un campione medio composito rappresentativo dell'intera massa da sottoporsi alle determinazioni analitiche previste.

Sulla base di quanto riportato nell'Allegato 4 "Procedure di caratterizzazione chimico-fisiche e accertamento delle qualità ambientali" del D.P.R.120/17, i campioni da portare in laboratorio saranno privi della frazione maggiore di 2 cm (da scartare in campo) e le determinazioni analitiche saranno condotte sull'aliquota di granulometria inferiore a 2 mm. La concentrazione del campione sarà determinata riferendosi alla totalità dei materiali secchi, comprensiva anche dello scheletro campionato (frazione compresa tra 2 cm e 2 mm). In caso di terre e rocce da scavo provenienti da scavi di sbancamento in roccia massiva, la caratterizzazione ambientale è eseguita previa porfirizzazione dell'intero campione.

Le analisi chimico-fisiche saranno condotte adottando metodologie ufficialmente riconosciute per tutto il territorio nazionale, tali da garantire l'ottenimento di valori 10 volte inferiori rispetto ai valori di concentrazione limite.

Nell'impossibilità di raggiungere tali limiti di quantificazione saranno utilizzate le migliori metodologie analitiche ufficialmente riconosciute per tutto il territorio nazionale che presentino un limite di quantificazione il più prossimo ai valori di cui sopra.

Su tutti i campioni prelevati saranno ricercati i parametri di cui alla Tabella 4.1 del D.P.R. 120/2017.

In riferimento alle specifiche esigenze operative e logistiche della cantierizzazione, verrà valutata l'opportunità si procedere all'adozione – in maniera integrata – sia della caratterizzazione delle terre e rocce da scavo su cumuli (con le modalità sopra descritte) sia sul fronte di avanzamento dei lavori.

5.4.2 Rispetto dei requisiti di qualità ambientale

Il rispetto dei requisiti di qualità ambientale di cui all'art. 184 bis, comma 1, lettera d), del D.Lgs. 152/2006 e s.m.i. per l'utilizzo dei materiali da scavo come sottoprodotti, è garantito se il contenuto di sostanze inquinanti all'interno dei materiali da scavo è inferiore alle Concentrazioni Soglia di Contaminazione (CSC) di cui alla Tabella 1, Allegato 5, Titolo V, Parte IV del D.Lgs. 152/2006 e s.m.i., con riferimento alla specifica destinazione d'uso urbanistica dei siti di produzione e dei siti di destinazione o ai valori di fondo naturali.

Si ricorda che secondo quanto previsto dal D.P.R. 120/2017, *i materiali da scavo sono utilizzabili per reinterri, riempimenti, rimodellazioni, rilevati, miglioramenti fondiari o viari, recuperi ambientali oppure altre forme di ripristini e miglioramenti ambientali:*

- *se la concentrazione di inquinanti rientra nei limiti di cui alla colonna A, in qualsiasi sito a prescindere dalla sua destinazione;*
- *se la concentrazione di inquinanti è compresa fra i limiti di cui alle colonne A e B, in siti a destinazione produttiva (commerciale e industriale).*

In riferimento alle analisi eseguite in fase progettuale i materiali di scavo potranno essere tutti conferiti in siti a destinazione d'uso commerciale/industriale (Colonna B per le wbs interne al progetto); in riferimento ai siti di destinazione esterni individuati, quali cave da riambientalizzare, invece, potranno essere utilizzati solo quei materiali che presentano concentrazioni conformi alla destinazione d'uso del sito stesso (Colonne A o B, Tabella 1, Allegato 5, Titolo V, Parte IV del D.Lgs. 152/06 e.s.m.i. e Decreto 1 Marzo 2019 n. 46).

Nel caso in cui le indagini in corso d'opera mostrassero valori di concentrazione degli analiti ricercati superiori alle CSC di cui alla Colonna B, Tabella 1, Allegato 5, Titolo V, Parte IV del D.Lgs. n. 152/2006 e s.m.i., si provvederà a gestire il materiale in questione in ambito normativo di rifiuto ai sensi della Parte IV del D.Lgs. n. 152/2006 e s.m.i.

5.4.3 Monitoraggio ambientale connesso al piano di utilizzo (CO)

Sulla base di quanto usualmente richiesto dal MiTE nell'ambito degli iter autorizzativi dei precedenti PUT approvati e proposti dalla scrivente, si riportano di seguito i criteri generali di esecuzione delle attività di monitoraggio ambientale da eseguirsi in fase di Corso d'Opera (CO) sulle matrici ambientali interessate dall'attuazione del Piano di Utilizzo, rimandando per i dettagli al contenuto del **Progetto di Monitoraggio Ambientale (PMA)**.

In particolare, in relazione alle specifiche attività di gestione dei materiali di scavo in conformità al Piano di Utilizzo, oltre a quanto già previsto nel PMA il monitoraggio ambientale verrà esteso sulle seguenti componenti ambientali, prevedendone inoltre un eventuale aggiornamento in linea con il grado di dettaglio della successiva fase di Progetto Esecutivo:

- Materiali da scavo;
- Acque superficiali di ruscellamento e percolazione;
- Acque sotterranee.

Relativamente alle modalità di campionamento e di caratterizzazione chimico fisica dei **materiali di scavo** in Corso d'Opera (CO) si rimanda interamente a quanto già descritto nei paragrafi precedenti, nonché a quanto contenuto all'interno del PMA. I risultati delle analisi da eseguirsi in fase di attuazione del PUT saranno periodicamente comunicati al servizio ARPA di competenza.

In riferimento ai materiali di scavo che verranno stoccati nei siti di deposito in attesa di utilizzo, oltre al rispetto dei criteri di deposito definiti dal D.P.R. 120/2017 e delle modalità realizzative generali descritte nel Piano di Utilizzo, al fine di evitare eventuali fenomeni di contaminazione delle falde idriche sotterranee si prevede di eseguire il monitoraggio in Corso d'Opera (CO) delle **acque superficiali di ruscellamento e percolazione** provenienti dalle aree di stoccaggio dei materiali di scavo. In particolare, rimandando per i dettagli all'approfondimento da eseguirsi in fase di Progetto Esecutivo, si prevede di procedere al campionamento ed analisi delle acque di percolazione dalle aree di deposito in attesa di utilizzo unicamente nei casi in cui ne sia prevista la dispersione al suolo mediante la realizzazione di pozzetti perdenti, mentre nei casi in cui si prevedono sistemi di captazione delle acque di ruscellamento superficiale e successivo scarico – in fognatura o in corpo idrico superficiale – dovrà essere rispettato quanto previsto dalla normativa ambientale vigente nonché quanto eventualmente prescritto dagli Enti titolari dei procedimenti autorizzativi relativi a tali scarichi. Ad ogni modo, le tipologie di campionature e di analisi periodiche, nonché le normative di riferimento saranno preventivamente concordate con il servizio ARPA di competenza, così come le circostanze e casistiche in cui sarà eventualmente necessario rinfittire i campionamenti.

L'eventuale infiltrazione delle acque di percolazione superficiale nelle falde profonde sarà comunque controllata anche attraverso il monitoraggio in Corso d'Opera (CO) delle **acque sotterranee**, con frequenza trimestrale, dai piezometri previsti all'interno del Progetto di Monitoraggio Ambientale (PMA) in corrispondenza delle attività di realizzazione dell'infrastruttura - e quindi di scavo - che potrebbero comportare interferenza diretta con la matrice ambientale in questione. Qualora all'interno delle aree di intervento siano presenti pozzi ad uso idropotabile, la frequenza di campionamento sarà bimestrale. Per i dettagli sui parametri chimico – fisici e sulle caratteristiche tecniche delle attività di monitoraggio si rimanda a quanto descritto all'interno del PMA.

Come previsto nel Progetto di Monitoraggio Ambientale, anche per le matrici ambientali connesse all'attuazione del presente PUT - ove applicabile - il Responsabile Ambientale individuato dal PMA provvederà a trasmettere i risultati validati del Monitoraggio Ambientale Ante Operam (AO) prima dell'inizio delle attività di cantiere.

6 SITI DI DEPOSITO INTERMEDIO

6.1 DEPOSITO INTERMEDIO

6.1.1 Sistema di cantierizzazione

Per la realizzazione delle opere in progetto, è prevista l'installazione delle seguenti tipologie di cantieri:

- **cantiere base:** fungono da supporto logistico per tutte le attività relative alla realizzazione degli interventi in oggetto;
- **cantiere operativo:** contiene gli impianti ed i depositi di materiali necessari per assicurare lo svolgimento delle attività di costruzione delle opere;
- **aree tecniche:** risultano essere quei cantieri funzionali in particolare alla realizzazione di singole opere (viadotti, cavalcaferrovia...). Al loro interno sono contenuti gli impianti ed i depositi di materiali necessari per assicurare lo svolgimento delle attività di costruzione delle opere;
- **aree di stoccaggio:** sono quelle aree di cantiere destinate allo stoccaggio del materiale proveniente da scotico, scavi, demolizioni, ecc., in attesa di eventuale caratterizzazione chimica e successivo allontanamento per riutilizzo in cantiere, conferimento a siti esterni per attività di rimodellamento o recupero/smaltimento presso impianti esterni autorizzati;
- **cantieri armamento:** tali aree sono di supporto alla esecuzione dei lavori di armamento ed attrezzaggio tecnologico della linea.
- **aree di deposito terre:** sono quelle aree destinate all'eventuale accumulo delle terre di scavo. Tale stoccaggio è stato previsto con funzione di "polmone" in caso di interruzioni temporanee della ricettività dei siti esterni di destinazione definitiva. Le predette aree di deposito sono state proporzionate onde garantire almeno 8 mesi di accumulo dello scavo al fine di assicurare, su tale periodo, la continuità delle lavorazioni.

Le aree di cantiere sono state selezionate sulla base delle seguenti esigenze principali:

- disponibilità di aree libere in prossimità delle opere da realizzare;
- lontananza da ricettori critici e da aree densamente abitate;
- facile collegamento con la viabilità esistente, in particolare con quella principale;
- minimizzazione del consumo di territorio;
- minimizzazione dell'impatto sull'ambiente naturale ed antropico.
- riduzione al minimo delle interferenze con il patrimonio culturale esistente.

La tabella seguente illustra il sistema di cantieri previsto per la realizzazione delle opere.

ID Cantiere	Superficie (mq)	Tipologia	Comune (Provincia)
02_CO.01	2.800	Cantiere Operativo	Genga (AN)
02_AS.01	8.700	Area di Stoccaggio	Genga (AN)
02_CO.02	4.000	Cantiere Operativo	Genga (AN)
02_AT.01	3.900	Area Tecnica	Genga (AN)
02_AS.02	3.700	Area di Stoccaggio	Genga (AN)
02_CO.03	16.200	Cantiere Operativo	Genga (AN)
02_AT.02	8.200	Area Tecnica	Genga (AN)
02_AT.03	58.400	Area Tecnica	Genga (AN)
02_CO.04	6.800	Cantiere Operativo	Genga (AN)
02_CO.05	12.800	Cantiere Operativo	Genga (AN)
02_AT.04	17.500	Area Tecnica	Genga (AN)
02_AT.05	3.100	Area Tecnica	Genga (AN)
02_AS.03	7.300	Area di Stoccaggio	Genga (AN)
02_CO.06	3.400	Cantiere Operativo	Genga (AN)
02_AT.06	5.000	Area Tecnica	Genga (AN)
02_AT.07	6.400	Area Tecnica	Genga (AN)
02_CO.07	18.100	Cantiere Operativo	Fabriano (AN)
02_CO.08	5.400	Cantiere Operativo	Fabriano (AN)
02_AT.08	3.900	Area Tecnica	Fabriano (AN)
02_AT.09	6.300	Area Tecnica	Serra San Quirico (AN)
02_CO.09	11.500	Cantiere Operativo	Serra San Quirico (AN)
02_AS.04	7.200	Area di Stoccaggio	Serra San Quirico (AN)
02_AS.05	5.600	Area di Stoccaggio	Serra San Quirico (AN)
02_AS.06	12.400	Area di Stoccaggio	Serra San Quirico (AN)
02_AS.07	3.200	Area di Stoccaggio	Serra San Quirico (AN)
02_AS.08	6.800	Area di Stoccaggio	Serra San Quirico (AN)
02_CO.10	6.700	Cantiere Operativo	Serra San Quirico (AN)
02_CB.01	14.300	Cantiere Base	Serra San Quirico (AN)
02_AT.10	2.900	Area Tecnica	Serra San Quirico (AN)
02_AS.09	9.600	Area di Stoccaggio	Serra San Quirico (AN)
02_AS.10	12.700	Area di Stoccaggio	Serra San Quirico (AN)
02_DT.01	16.200	Deposito Terre	Serra San Quirico (AN)
02_DT.02	36.400	Deposito Terre	Serra San Quirico (AN)
02_DT.03	100.500	Deposito Terre	Fabriano (AN)

Piano di Utilizzo dei materiali di scavo	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	PAG.
Relazione Generale	IR0F	02	R 69	RG TA 00 00 002	A	58/70

02_AR.01	4.700	Cantiere Armamento	Fabriano (AN)
02_AR.02	6.800	Cantiere Armamento	Serra San Quirico (AN)

Tabella 6-1: tabella riepilogativa delle aree di cantiere

In rosso sono evidenziate le aree di cantiere che si prevede di utilizzare come siti di deposito delle terre in attesa di utilizzo all'interno delle quali, oltre allo stoccaggio dei sottoprodotti, potranno essere eseguite anche le analisi di caratterizzazione ambientale in corso d'opera descritte nel seguito e finalizzate alla conferma o meno della qualità chimica dei materiali e quindi delle alternative scelte sulla base della caratterizzazione ambientale preliminare svolta in fase progettuale.

Inoltre, sono state individuate anche n. 3 aree per il deposito delle terre e rocce da scavo (DT), evidenziate in grassetto nella tabella precedente.

La preparazione dei cantieri prevedrà, tenendo presenti le tipologie impiantistiche presenti, indicativamente le seguenti attività:

- scotico del terreno vegetale (quando necessario), con relativa rimozione e accatastamento o sui bordi dell'area per creare una barriera visiva e/o antirumore o stoccaggio in siti idonei a ciò destinati (il terreno scoticato dovrà essere conservato secondo modalità agronomiche specifiche);
- formazioni di piazzali con materiali inerti ed eventuale trattamento o pavimentazione delle zone maggiormente soggette a traffico (questa fase può anche comportare attività di scavo, sbancamento, riporto, rimodellazione);
- delimitazione dell'area con idonea recinzione e cancelli di ingresso;
- predisposizione degli allacciamenti alle reti dei pubblici servizi;
- realizzazione delle reti di distribuzione interna al campo (energia elettrica, rete di terra e contro le scariche atmosferiche, impianto di illuminazione esterna, reti acqua potabile e industriale, fognature, telefoni, gas, ecc.) e dei relativi impianti;
- eventuale perforazione di pozzi per l'approvvigionamento dell'acqua industriale.
- costruzione dei basamenti di impianti e fabbricati;
- montaggio dei capannoni prefabbricati e degli impianti.

Al termine dei lavori, i prefabbricati e le installazioni saranno rimossi e si procederà al ripristino dei siti, salvo che per le parti che resteranno a servizio della linea nella fase di esercizio. La sistemazione degli stessi sarà concordata con gli aventi diritto e con gli enti interessati e comunque in assenza di richieste specifiche si provvederà al ripristino, per quanto possibile, come nello stato ante operam.

Piano di Utilizzo dei materiali di scavo	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	PAG.
Relazione Generale	IR0F	02	R 69	RG TA 00 00 002	A	59/70

Inoltre, prima della realizzazione delle pavimentazioni dei piazzali del cantiere saranno predisposte tubazioni e pozzetti della rete di smaltimento delle acque meteoriche.

Si precisa che il Programma Lavori potrà essere approfondito solo in fase di sviluppo della Progettazione Esecutiva ed in relazione alle specifiche esigenze operative di cantiere, pertanto le ipotesi di utilizzo delle aree di stoccaggio da parte delle diverse WBS di produzione è da ritenersi assolutamente indicativo. Ad ogni modo, ai fini della completa tracciabilità dei materiali di scavo, le eventuali modifiche rispetto a quanto previsto all'interno del presente PUT - anche se ritenute non sostanziali né comportanti Varianti al PUT - verranno opportunamente comunicate all'Autorità Competente.

Inoltre, si specifica che, qualora le aree di stoccaggio accolgano materiali merceologicamente differenti, tutti i materiali depositati saranno separati all'interno di piazzole debitamente identificate e chiaramente distinte in campo al fine di garantire la rintracciabilità dell'opera da cui provengono e della lavorazione che li ha generati. Le piazzole saranno pertanto adibite ad ospitare i materiali per singola e ben distinta tipologia: le piazzole in cui depositare i materiali terrigeni di scavo oggetto del PUT potranno ospitare solo quelli, mentre quelle adibite al deposito rifiuti (suddivisi a loro volta per tipologia merceologica) potranno ricevere solo i rifiuti.

Nella presente fase progettuale sono state prodotte delle schede cartografiche che riportano per ogni deposito terre/cantiere (doc. correlato *IR0F02R69SHTA0000002A* – Piano di Utilizzo dei Materiali da Scavo – Schede Tecniche dei Siti di Deposito Intermedi) le seguenti informazioni:

- Schede cartografiche siti di deposito in attesa di utilizzo e aree di cantiere
- Viabilità conferimento materiali da scavo

6.1.2 Modalità di deposito dei materiali di scavo

I materiali di scavo destinati ad essere riutilizzati nell'ambito delle lavorazioni saranno temporaneamente allocati presso le aree di stoccaggio interne al cantiere (siti di deposito intermedi) ed eventualmente sottoposti ad operazioni di normale pratica industriale, per una durata pari a quella del Piano di Utilizzo descritta di seguito.

Il deposito del materiale escavato avverrà in conformità al Piano di Utilizzo identificato, tramite apposita segnaletica posizionata in modo visibile, le informazioni relative al sito di produzione, le quantità del materiale depositato, nonché i dati amministrativi del Piano di Utilizzo.

In particolare, le aree che si prevede di utilizzare come **siti di deposito intermedio** per i materiali da riutilizzare nell'ambito delle lavorazioni sono quelle indicate nei paragrafi precedenti.

Piano di Utilizzo dei materiali di scavo

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	PAG.
IR0F	02	R 69	RG TA 00 00 002	A	60/70

Relazione Generale

Si precisa che le aree di cui sopra saranno utilizzate anche per il deposito di quei materiali che verranno riutilizzati per le attività di rimodellamento morfologico di siti esterni descritte di seguito, assicurando comunque la rintracciabilità di tutti i materiali stoccati; particolare attenzione sarà posta nel caso in cui i sottoprodotti presentino una diversa conformità ai limiti normativi di riferimento in relazione alla specifica destinazione d'uso dei siti di utilizzo finale. Nel caso in cui in uno stesso sito di deposito intermedio in attesa di utilizzo siano stoccati sia i materiali di scavo da gestire in qualità di sottoprodotti (destinati ai riutilizzi interni o a siti di conferimento esterni) sia quelli da gestire in qualità di rifiuto, si provvederà ad assicurare la separazione fisica degli stessi. Inoltre, saranno tenuti separati i materiali di scavo da gestire in qualità di sottoprodotti conformi ai limiti di cui alla Colonna A, Tabella 1, Allegato 5, Titolo V, Parte IV del D.Lgs. n. 152/2006 e s.m.i. da quelli conformi ai limiti di cui alla Colonna B, Tabella 1, Allegato 5, Titolo V, Parte IV del D.Lgs. n. 152/2006 e s.m.i. o al DM 46/2019.

I materiali saranno suddivisi per WBS e sottoposti ad indagini di caratterizzazione ambientale, così come descritte nei paragrafi precedenti; nel caso in cui venga adottata la modalità di caratterizzazione in cumulo, la stessa avverrà all'interno delle aree di deposito intermedio o di opportune piazzole di caratterizzazione.

La movimentazione dei materiali avverrà in generale avvalendosi delle seguenti dotazioni: pale gommate, autocarri e pale meccaniche, pompe idrauliche per la captazione delle acque di ruscellamento, gruppi elettrogeni e impianto di illuminazione.

Ciascuna piazzola sarà preventivamente modellata in maniera da minimizzare le asperità naturali del terreno; sarà realizzato, su tre lati, un argine di protezione in terra a sezione trapezoidale.

Inoltre, verrà realizzata una idonea rete di raccolta e drenaggio delle acque meteoriche volta ad evitare il ruscellamento incontrollato delle acque venute a contatto con i rifiuti ivi depositi.

Da un punto di vista costruttivo si procederà quindi come segue:

- modellamento della superficie su cui sorgerà il modulo di deposito intermedio terre tramite limitate movimentazioni di materiale, allo scopo di regolarizzare la superficie e creare una pendenza omogenea dell'ordine dello 1% in direzione del lato privo di arginatura;
- predisposizione di una canaletta di sezione trapezoidale posta ai piedi della pendenza;
- impermeabilizzazione della canaletta con geotessile tessuto in polietilene ad alta densità (HDPE), rivestito con uno strato di polietilene a bassa densità (LDPE);
- realizzazione di un pozzetto di sicurezza posto lateralmente all'area di stoccaggio nel quale verranno convogliate le acque raccolte dalla canaletta di cui al punto precedente;

- impermeabilizzazione della superficie e degli argini in terra con telo di materiale polimerico (HDPE) previa stesura di tessuto non tessuto a protezione del telo stesso. Al di sopra della geomembrana impermeabilizzante sarà, quindi, posato uno strato di terreno compattato dello spessore di 10 – 15 cm per evitare danneggiamenti della struttura impermeabile realizzata dovuti al transito dei mezzi d'opera.

Per la preparazione delle aree di stoccaggio/cantiere, i primi 50 cm di terreno vegetale derivanti dallo scotico necessario alla preparazione delle aree di stoccaggio saranno mantenuti separati dal materiale sottostante e gestiti come previsto del Progetto di Monitoraggio Ambientale.

Qualora, durante la fase di deposito il livello dell'acqua nel pozzetto raggiugesse il franco di sicurezza, si procederà allo svuotamento tramite autobotte gestendo l'acqua come rifiuto e provvedendo al conferimento ad idoneo impianto autorizzato, sempre previa caratterizzazione analitica.

In funzione delle condizioni meteorologiche, al termine di ogni giornata di lavoro si provvederà a stendere sopra ciascun cumulo un telo impermeabile in PE, opportunamente ancorato, in modo da evitare fenomeni di dilavamento dei materiali ivi depositati da parte delle acque meteoriche.

Nel caso di aree di stoccaggio adibite sia ad ospitare i materiali da scavo da gestire in qualità di sottoprodotto, che i materiali da gestire in qualità di rifiuti, ogni piazzola presente sarà dedicata e distinta per tipologia di materiali stoccati. In tal modo all'interno del cantiere saranno sempre tenuti ben distinti i materiali terrigeni di scavo da gestire in regime di sottoprodotto dai materiali gestiti in qualità di rifiuto.

All'interno delle aree i materiali depositati da gestire in qualità di sottoprodotto saranno suddivisi in cumuli; la tracciabilità sarà assicurata avendo cura di utilizzare sistemi identificativi di ogni cumulo (cartellonistica), al fine di poterne rintracciare la tipologia e, inoltre, il sito e la lavorazione (WBS) di provenienza.

6.1.3 Modalità di Trasporto

Per l'utilizzo dei materiali di scavo nell'ambito del cantiere in qualità di sottoprodotti, si prevede il trasporto con automezzi dai siti di produzione a quelli di deposito (aree di stoccaggio) e, infine, a quelli di utilizzo finali (WBS interne al progetto e siti di destinazione finale).

Nel caso in cui si renda necessario impegnare la viabilità esterna al cantiere, il trasporto del materiale escavato sarà accompagnato dal Documento di Trasporto, di cui all'Allegato 7 del D.P.R 120/17.

Il Documento di Trasporto conterrà le generalità della stazione appaltante, della ditta appaltatrice dei lavori di scavo, della ditta che trasporta il materiale, della ditta che riceve il materiale e/del luogo di destinazione, targa del mezzo utilizzato, sito di provenienza, data e ora del carico, quantità e tipologia del materiale trasportato.

In fase di corso d'opera, sarà comunque cura dell'Appaltatore in qualità di Esecutore del Piano di Utilizzo e di produttore dei materiali di scavo, garantire la corretta applicazione del Piano di Utilizzo approvato e conseguentemente assicurare la rintracciabilità dei materiali mediante la predisposizione di adeguata documentazione e installazione sui mezzi di trasporto di GPS.

Nel doc. correlato "IR0F02R69SHTA0000002A – Piano di Utilizzo dei Materiali da Scavo – Schede Tecniche dei Siti di Deposito Intermedio" si riporta la planimetria con l'indicazione dei percorsi utilizzabili per il conferimento dei materiali dal sito di produzione al sito di deposito in attesa di utilizzo.

6.2 CARATTERIZZAZIONE DELLE AREE DI DEPOSITO INTERMEDIO

Nel corso della successiva fase di progettazione definitiva, in aggiunta a quanto sopra, seppur non esplicitamente richiesto dal D.P.R.120/2017, sulla base di quanto usualmente richiesto dal MiTE nell'ambito degli iter autorizzativi dei precedenti PUT approvati e proposti dalla scrivente verranno caratterizzati tutti i siti di deposito in attesa di utilizzo intermedio mediante il prelievo ed analisi di campioni dello strato superficiale, conformemente ai criteri di caratterizzazione previsti all'Allegato 4 del D.P.R. 120/2017.

7 SITI DI DEPOSITO FINALE

La realizzazione delle opere previste determina la produzione complessiva di circa *1.180.518 mc* (in banco) di materiali di risulta.

In linea con i principi ambientali di favorire il riutilizzo dei materiali piuttosto che lo smaltimento, i materiali di risulta prodotti verranno, ove possibile, riutilizzati nell'ambito degli interventi in progetto o in siti esterni, mentre i materiali di risulta non riutilizzabili o in esubero rispetto ai fabbisogni del progetto verranno invece gestiti in regime di rifiuto e conferiti presso impianti esterni di recupero/smaltimento autorizzati.

In particolare, in riferimento ai materiali terrigeni, sulla base dei risultati ottenuti a seguito delle indagini di caratterizzazione ambientale svolte in fase progettuale, delle caratteristiche geotecniche e dei fabbisogni di progetto che ammontano a *684.109 mc*, gli interventi necessari al raddoppio della tratta PM228-Castelplanio Lotto 2 saranno caratterizzati dai seguenti flussi di materiale:

- **materiali da scavo da riutilizzare nell'ambito dell'appalto**, che verranno trasportati dai siti di produzione ai siti di deposito terre in attesa di utilizzo ed infine conferiti ai siti di utilizzo interni al cantiere: tali materiali saranno gestiti ai sensi del D.P.R. 120/2017 ed ammontano a *401.262 mc* (in banco);
- **materiali da scavo da riutilizzare all'esterno dell'appalto**, gestiti ai sensi del D.P.R. 120/2017 ed ammontanti a *737.341 mc* (in banco)
- **materiali di risulta in esubero** non riutilizzati nell'ambito delle lavorazioni come sottoprodotti ai sensi del D.P.R. 120/2017 e pertanto gestiti in regime rifiuti: tali materiali ammontano a *41.915 mc* (in banco) e saranno gestiti ai sensi della Parte IV del D.Lgs. 152/06 e s.m.i.

Di seguito si riporta una tabella riassuntiva dei materiali movimentati nell'ambito del presente progetto con indicazione dei materiali di risulta prodotti, dei fabbisogni di materiali necessari per la realizzazione delle opere e dei materiali di risulta prodotti destinati a riutilizzo come sottoprodotto e/o rifiuto.

Produzione complessiva (mc in banco)	Fabbisogno (mc in banco)	Approvv. Utilizzo interno dalla stessa WBS (mc in banco) PUT	Approvv. Utilizzo interno da diversa WBS (mc in banco) PUT	Approvv. Esterno (mc in banco)	Utilizzo esterno (mc in banco) PUT	Materiali di risulta in esubero (mc)
1.180.518	684.109	151.260	250.002	282.847	737.341	41.915

	POTENZIAMENTO INFRASTRUTTURALE ORTE-FALCONARA RADDOPPIO DELLA TRATTA PM228-CASTELPLANIO PROGETTO FATTIBILITA' TECNICO ECONOMICA					
Piano di Utilizzo dei materiali di scavo Relazione Generale	COMMESSA IR0F	LOTTO 02	CODIFICA R 69	DOCUMENTO RG TA 00 00 002	REV. A	PAG. 64/70

Tabella 7-1: Tabella riassuntiva dei materiali movimentati

Il dettaglio sulle modalità di utilizzo dei materiali di scavo oggetto del Piano di Utilizzo (riutilizzi interni ed utilizzo esterno) è riportato nei paragrafi successivi, mentre in **Allegato 1** si riporta il bilancio dei materiali.

Appare evidente che il Programma Lavori potrà essere approfondito solo in fase di sviluppo della Progettazione Esecutiva ed in relazione alle specifiche esigenze operative di cantiere, pertanto la distribuzione dei riutilizzi interni nella stessa WBS di produzione o in diversa WBS è da ritenersi calata sull'attuale fase progettuale.

7.1 RIUTILIZZO FINALE INTERNO AL PROGETTO

Come anticipato sopra, si prevede di allocare presso i siti di deposito in attesa di utilizzo all'interno delle aree di cantiere e poi riutilizzare nell'ambito dell'appalto in qualità di sottoprodotti *401.262 mc* (in banco) di materiali di cui:

- *151.260 mc* da riutilizzare nell'ambito della stessa WBS nello stesso sito in cui sono stati prodotti, previo eventuale deposito in sito e previo eventuale trattamento di normale pratica industriale;
- *250.002 mc* da riutilizzare nell'ambito dell'appalto in diverse WBS rispetto a quelle di produzione previo eventuale trasporto in siti di deposito in attesa di utilizzo dai siti di produzione e sottoposti, ove necessario, a trattamenti di normale pratica industriale.

Si evidenzia che i riutilizzi interni al progetto sono stati valutati considerando anche le effettive possibilità di riutilizzo dettate dal cronoprogramma di progetto.

7.2 RIUTILIZZO FINALE ESTERNO AL PROGETTO

Come anticipato sopra, i materiali di risulta in esubero, non riutilizzati nell'ambito dell'appalto (*737.341 mc* in banco), verranno gestiti come sottoprodotti ai sensi del D.P.R. 120/2017 e trasportati dai siti di produzione ai siti di deposito intermedio delle terre e infine ai siti di destinazione finale individuati e di seguito riportati, previa esecuzione delle analisi previste in corso d'opera per la verifica di compatibilità tra le terre e rocce da scavo prodotte e la destinazione d'uso futura degli stessi. In particolare, a seconda della destinazione d'uso degli interventi di utilizzo finale, sarà verificato il rispetto dei seguenti limiti:

- Colonna A, Tabella 1, Allegato 5, alla Parte IV, Titolo V del D.Lgs. 152/2006 e s.m.i. per i siti a destinazione d'uso verde pubblico, privato e residenziale;

Piano di Utilizzo dei materiali di scavo

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	PAG.
IR0F	02	R 69	RG TA 00 00 002	A	65/70

Relazione Generale

- Colonna B, Tabella 1, Allegato 5, alla Parte IV, Titolo V del D.Lgs. 152/2006 e s.m.i. per i siti a destinazione d'uso commerciale e industriale;
- Allegato 2 del D.M. 46/2019 per i suoli delle aree agricole.

Per la gestione dei materiali di scavo in qualità di sottoprodotti non riutilizzabili nell'ambito dell'appalto, al fine di garantire la certezza dell'utilizzo nel rispetto dei criteri definiti dal D.P.R. 120/2017, compatibilmente con il livello di dettaglio della presente fase progettuale, ai fini della predisposizione del Piano di Utilizzo, lo scenario dei potenziali siti di conferimento esterno è stato individuato attraverso il coinvolgimento ufficiale e diretto degli Enti/Amministrazione territorialmente competenti, ricadenti in un raggio di circa 50 km dal tracciato di progetto, nonché la consultazione degli strumenti urbanistici di settore provinciali e regionali.

Più in dettaglio, è stato possibile individuare i seguenti siti di destinazione finale, così come definiti dal DPR 120/2017, i quali hanno manifestato il loro interesse a ricevere quota parte delle terre e rocce da scavo provenienti dalle lavorazioni, come si evince da quanto riportato in Allegato 1 del documento correlato "IR0F02R69SHTA0000003A – Piano di Utilizzo dei Materiali da Scavo – Schede Tecniche dei Siti di Deposito Finale".

Nome Ditta	Nome sito	Comune	Provincia	mc	Tipo di intervento
Bies Srl	Cava Corone	Giano dell'Umbria	Perugia	100.000	Ricomposizione ambientale
Consorzio Madonna del Piano	Cava Consorzio Madonna del Piano	Corinaldo	Ancona	400.000	Recupero ambientale
GMP SpA	Cava Casa Nova	Marsciano	Perugia	500.000	Riambientamento di cava
	Ex Cava Valburiana	Nocera Umbra	Perugia	515.000	
Gruppo Biagioli Srl	Cava Pian Nuovo	Orvieto	Terni	500.000	Ricomposizione ambientale
				da definire	
Inerti Cesano Snc	Piano Camorri	Sassoferrato	Ancona	70.000	Ritombamento di cava
	Canderico			71.440	
LIM Srl	Piano di Sant'Antonio	Colli al Metauro	Pesaro Urbino	1.000.000	Riempimenti ambientali
	Torno	Fano			
	Miralbello	San Lorenzo in Campo			
Pierfederici Group Srl	Cave Montebianco - Senigallia	Senigallia	Ancona	600.000	Rimodellamento morfologico

Piano di Utilizzo dei materiali di scavo

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	PAG.
IR0F	02	R 69	RG TA 00 00 002	A	66/70

Relazione Generale

SEAS Srl	Cava Scannata	Umbertide	Perugia	500.000	Riambientalizzazione
SEMoTer Snc	Cava SEMoTer Snc Loc. Moano	Foligno	Perugia	80.000	Riambientalizzazione cava a fossa
Tecnostrade Srl	Schiavo	Marsciano	Perugia	100.000	Riambientalizzazione
	Bonifica agraria	Valfabbrica		600.000	Interventi di bonifica agraria
Umbria Filler Srl	Cava Loc. Camporia	Nocera Umbra	Perugia	265.000	Rimodellamento morfologico

Come si evince dai dati sopra riportati, lo scenario di conferimento complessivo (ca. 5.301.440 mc) definito nella presente fase progettuale permette ampiamente di soddisfare le esigenze di progetto (ca. 737.341 mc) relativamente ai sottoprodotti non riutilizzabili nell'ambito dell'appalto, anche considerando un ipotetico rigonfiamento post sistemazione pari al 20%.

A tal proposito preme evidenziare che, sulla base dell'avanzamento della progettazione e delle ulteriori verifiche tecnico-amministrative da condurre sui suddetti siti di destinazione, sarà possibile articolare dettagliatamente il conferimento delle terre e rocce da scavo definendo compiutamente i quantitativi da utilizzare nei singoli siti tra quelli sopra riportati. Tale successivo affinamento, pertanto, consentirà di selezionare il numero di siti da utilizzare, sulla base del minor impatto ambientale connesso alla gestione delle terre e rocce da scavo, tra quelli ad oggi già individuati, senza pertanto comportare modifiche sostanziali al presente PUT né, più in generale, ripercussioni sulla procedura VIA.

Al fine di selezionare il numero definitivo dei siti di destinazione da utilizzare, si procederà ad eseguire una specifica analisi multicriteria sulla base dei seguenti criteri di selezione oggettiva:

- necessità/complessità dell'iter autorizzativo e di gestione, ivi inclusa la verifica della presenza di aree protette o tutelate e la verifica della compatibilità rispetto al sistema dei vincoli paesaggistici, ambientali e urbanistici;
- distanza dei siti rispetto al luogo di realizzazione del progetto ferroviario;
- compatibilità geologica/geotecnica/idrogeologica del materiale da scavo con l'intervento di riqualificazione previsto;
- accessibilità ai siti in termini di tipologia dei collegamenti stradali, eventuali ripercussioni sui flussi di traffico ordinari e sui ricettori sensibili in aree contermini alle viabilità interessate;
- valutazione dei costi da sostenersi per l'acquisizione della disponibilità dei siti nonché per il trasporto dei materiali di scavo dai luoghi di produzione/aree di cantiere fino alla destinazione finale.

7.3 CARATTERIZZAZIONE DEI SITI DI DEPOSITO FINALE INDIVIDUATI

7.3.1 Modalità di campionamento ed esiti della caratterizzazione

Nella successiva fase progettuale, conformemente a quanto riportato nel DPR 13 giugno 2017, n. 120, i potenziali siti di deposito finale verranno sottoposti ad indagini di caratterizzazione ambientale attraverso il prelievo di campioni rappresentativi da sottoporre alle determinazioni analitiche previsti dall'Allegato 4 del D.P.R: 120/2017.

7.4 EFFICACIA DEL PIANO DI UTILIZZO

In riferimento alla tipologia di opere in progetto ed ai quantitativi dei materiali di scavo oggetto del presente Piano di Utilizzo il programma lavori è strettamente connesso alle tempistiche di produzione dei materiali e al loro utilizzo in siti interni e esterni al cantiere.

In **Allegato 2** si riporta il cronoprogramma completo delle attività secondo quanto previsto dal progetto di fattibilità tecnico economica.

Pertanto, si ritiene che la durata del Piano di Utilizzo, di cui all'art. 14 comma 1 del D.P.R. 120/2017, possa essere fissata pari a 1.310 giorni naturali e consecutivi (ca 3,5 anni).

L'avvenuto utilizzo del materiale da scavo sarà attestato mediante apposita *Dichiarazione di avvenuto utilizzo (D.A.U.)*, redatta in conformità all'Allegato 8 del D.P.R. 120/2017 dall'Esecutore del PUT o dal Produttore delle terre e rocce da scavo a conclusione dei lavori di utilizzo.

Allegato 1 - Quantitativi di materiali di scavo prodotti

Tabella di Riutilizzo

/	VIADOTTI	50.955	Scavo con bentonite	26.371			inerti per calcestruzzi/anticapillare	0	rilevati/supercompattato	0	rinteri/ritombamenti sottoposti ad azioni ferroviarie e/o stradali	0	rinteri/ritombamenti NON sottoposti ad azioni ferroviarie e/o stradali	0	terreno vegetale	0	inerti per calcestruzzi/anticapillare	0,00	rilevati/supercompattato	0	rinteri/ritombamenti sottoposti ad azioni ferroviarie e/o stradali	0	rinteri/ritombamenti NON sottoposti ad azioni ferroviarie e/o stradali	10.696	terreno vegetale	0					0	50.955	50.955	0		
			Rimozione rilevato esistente/ gradonatura	0																																
OPERE A VERDE		0	0				inerti per calcestruzzi/anticapillare	0	rilevati/supercompattato	0	rinteri/ritombamenti sottoposti ad azioni ferroviarie e/o stradali	0	rinteri/ritombamenti NON sottoposti ad azioni ferroviarie e/o stradali	0	terreno vegetale	0	inerti per calcestruzzi/anticapillare		rilevati/supercompattato		rinteri/ritombamenti sottoposti ad azioni ferroviarie e/o stradali		rinteri/ritombamenti NON sottoposti ad azioni ferroviarie e/o stradali		terreno vegetale	11.000								0	0	0
		1.180.518	1.180.518				85.568		136.517		116.737		62.436		0		285.452		163.591		92.000		111.265		31.801		151.260		250.002	250.002	282.847	779.255	737.341	41.915		



**POTENZIAMENTO INFRASTRUTTURALE ORTE-FALCONARA
RADDOPPIO DELLA TRATTA PM228-CASTELPLANIO
PROGETTO FATTIBILITA' TECNICO ECONOMICA**

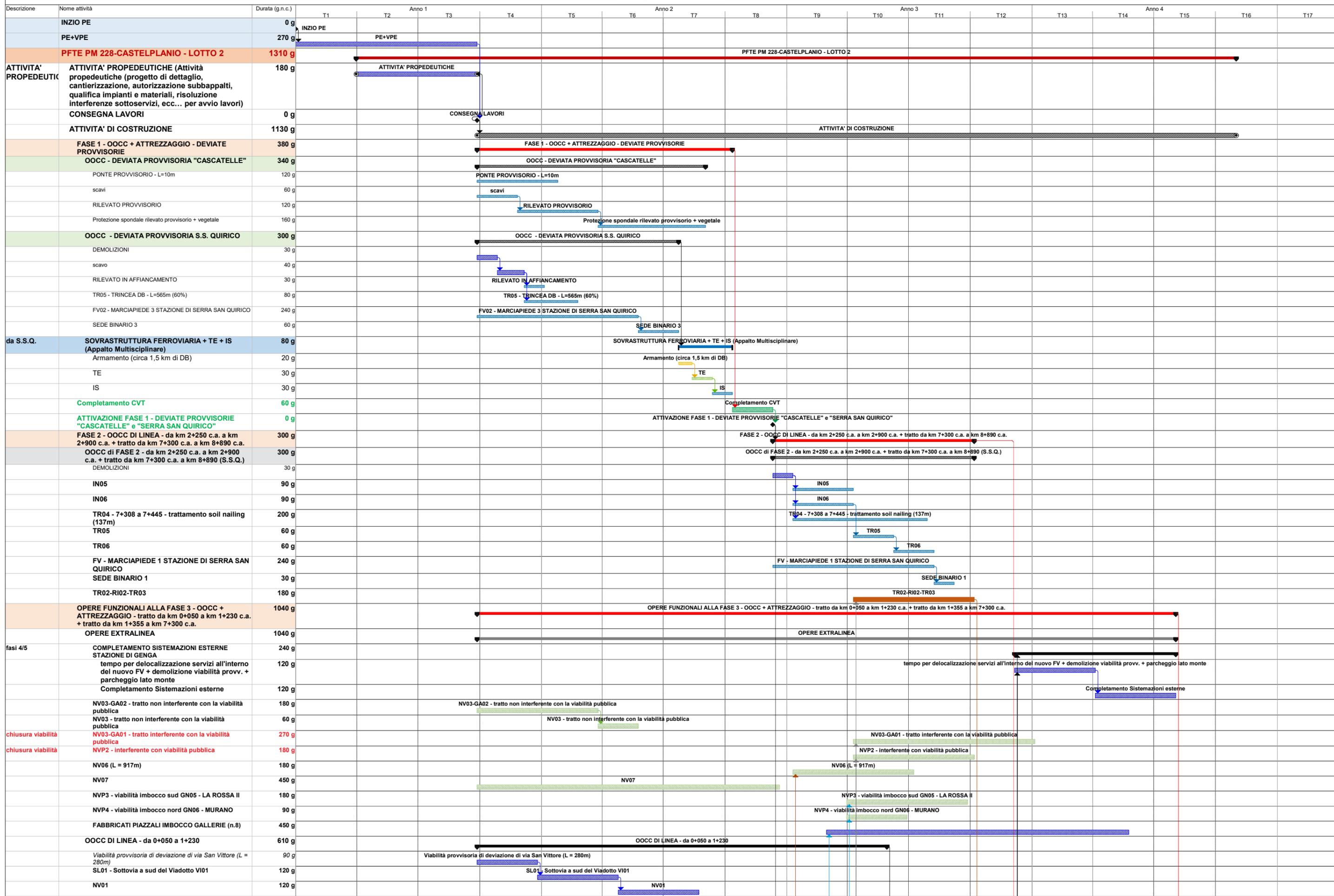
Piano di Utilizzo dei materiali di scavo

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	PAG.
IR0F	02	R 69	RG TA 00 00 002	A	69/70

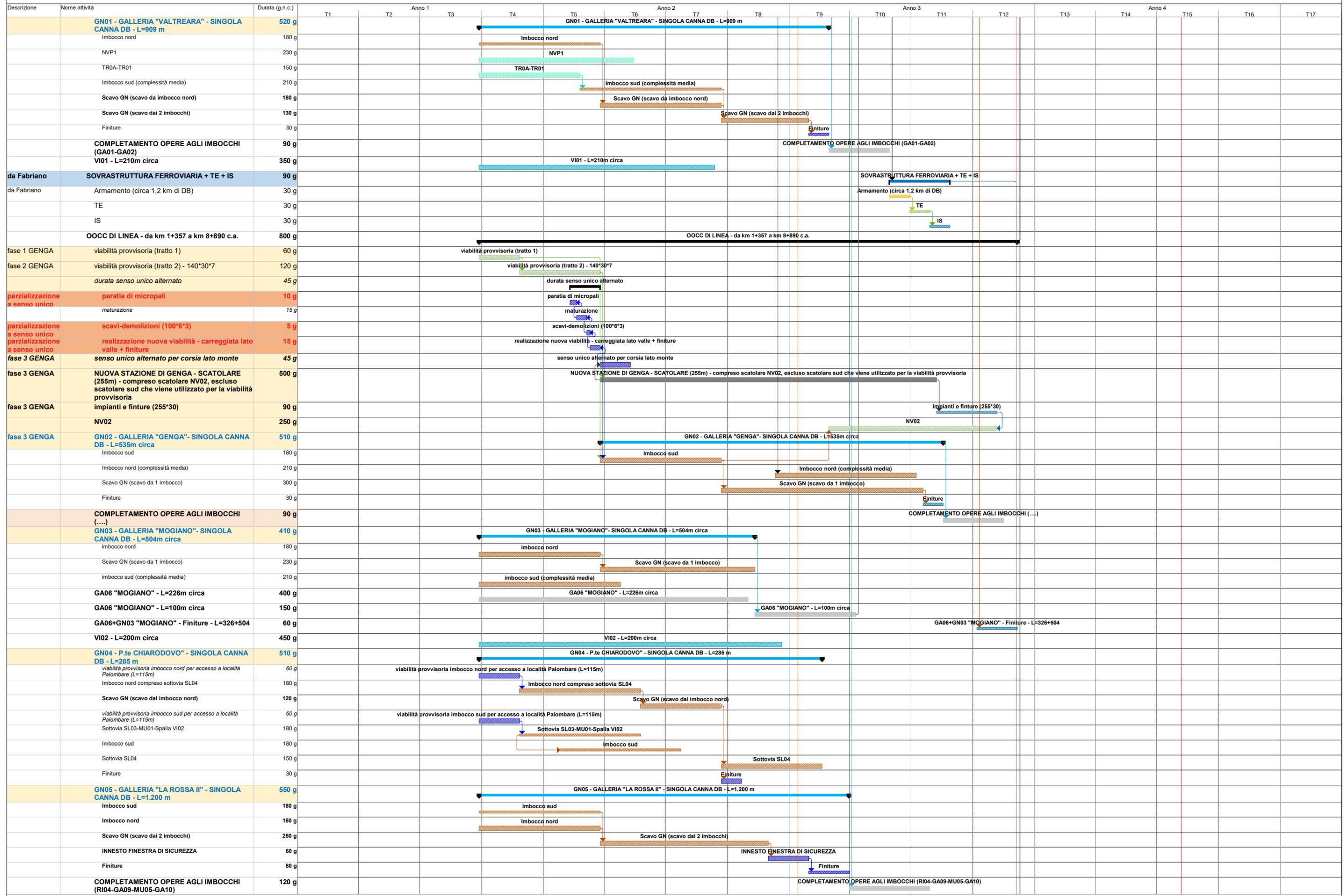
Relazione Generale

Allegato 2 - Cronoprogramma lavori

IR0F02R53PHCA000001A



IR0F02R53PHCA000001A



Allegato 3 - Attività di ricerca sull'impatto ambientale delle bentoniti per applicazioni di ingegneria civile ("GEEG – Geotechnical & Environmental Engineering Group" startup di "Sapienza – Università di Roma")



GEEG
GEOTECHNICAL & ENVIRONMENTAL
ENGINEERING GROUP

Startup di



SAPIENZA
UNIVERSITÀ DI ROMA

Attività di Ricerca sull'impatto ambientale delle
bentoniti per applicazioni di ingegneria civile

Report 1

20 Ottobre 2020



Diego Sebastian

Attività di Ricerca sull'impatto ambientale delle bentoniti per applicazioni di ingegneria civile.

INDICE

1	Introduzione	1
2	L'utilizzo dei fanghi bentonitici e dei fluidi polimerici	1
2.1.1	Sostegno del foro.....	2
2.1.2	Il trasporto dei detriti.....	3
2.1.3	L'azione lubrificante / la riduzione dell'attrito.....	3
2.1.4	La separazione	4
3	Bentoniti.....	4
3.1	Il materiale, i prodotti commerciali e la composizione mineralogica.....	4
3.2	Il processo produttivo	5
3.3	I prodotti commerciali.....	7
4	Aspetti ambientali legati all'utilizzo delle bentoniti.....	7
4.1	Indicazioni generali	7
4.2	Il riutilizzo delle terre e rocce da scavo come sottoprodotto.....	8
4.3	L'utilizzo di bentoniti nella realizzazione di pali e diaframmi	9
4.3.1	Densità	10
4.3.2	Viscosità Marsh.....	11
4.3.3	Fluid loss	12
4.3.4	pH	12
4.3.5	Spessore del filtercake	13
4.3.6	Commenti	13
5	Conclusioni	13
6	Bibliografia.....	16

Attività di Ricerca sull'impatto ambientale delle bentoniti per applicazioni di ingegneria civile.

1 Introduzione

Nell'ambito delle attività di progettazione sviluppate da Italferr è emersa la necessità di rispondere a specifiche prescrizioni di approfondimenti in merito all'utilizzo dei fluidi bentonitici utilizzati durante la realizzazione di pali e diaframmi in relazione ai rischi per l'ambiente e per la salute umana.

Italferr ha affidato a GEEG, startup innovativa di "Sapienza" Università di Roma, lo sviluppo di una attività di Ricerca in supporto alla progettazione di opere in sotterraneo sviluppate da Italferr, finalizzata ad approfondire la composizione e l'impatto ambientale delle attività di realizzazione dei pali e dei diaframmi con particolare riferimento all'utilizzo di fluidi/fanghi bentonitici anche in relazione al potenziale utilizzo del materiale di smarino come sottoprodotto nell'ambito della normativa sulle terre e rocce da scavo.

L'attività di Ricerca, attualmente in corso, ha portato innanzitutto a definire in modo chiaro le informazioni, i dati e le evidenze disponibili in letteratura e acquisite da GEEG in anni di ricerca sperimentale sui prodotti commerciali (bentoniti) utilizzati per la preparazione dei fluidi di perforazione, sulle loro specifiche tecniche, sulle modalità di utilizzo e sugli eventuali rischi legati all'interazione con l'ambiente in fase di utilizzo, durante la vita utile delle opere realizzate e in relazione al riutilizzo, come sottoprodotto, delle terre e rocce da scavo poste a contatto con tali fluidi.

Inoltre, la stessa attività di Ricerca porterà alla messa a punto di specifici protocolli sperimentali finalizzati ad acquisire direttamente in laboratorio informazioni specifiche e aggiuntive rispetto a quanto disponibile in letteratura al fine di fornire un quadro completo ed esaustivo dell'interazione tra i fluidi/fanghi bentonitici e le terre e rocce da scavo.

Il presente documento contiene una descrizione dei principali elementi in merito ai materiali, alle modalità di utilizzo e all'interazione con l'ambiente utili a mettere a fuoco eventuali rischi, verificare le opportune contromisure, affinare gli strumenti di mitigazione e impostare le attività di controllo da eseguire in sito durante la realizzazione degli interventi previsti dal progetto.

Le informazioni inserite all'interno di questo documento saranno integrate durante le fasi successive dell'attività di ricerca sperimentale con dati e misure sperimentali eseguite su materiali effettivamente utilizzati nella realizzazione di pali e diaframmi.

2 L'utilizzo dei fanghi bentonitici e dei fluidi polimerici

La bentonite è un prodotto commerciale diffusamente impiegato nell'ingegneria civile che trova anche larghissimo impiego in molti altri ambiti quali il trattamento e la purificazione delle acque, come supporto nell'agricoltura e nel giardinaggio, nella produzione del vino, nell'industria dei cosmetici, in quella alimentare e in una lunga lista di processi di produzione tra i quali quelli dei mangimi, della carta e della ceramica.

Attività di Ricerca sull'impatto ambientale delle bentoniti per applicazioni di ingegneria civile.

Limitatamente alle applicazioni di ingegneria civile i due macro-settori in cui la bentonite è ampiamente utilizzata da decenni, in soluzione acquosa sottoforma di fluidi, sono la realizzazione di perforazioni (pali e diaframmi) e lo scavo di gallerie con TBM, Micro-TBM e altre tecnologie no-dig.

Nelle perforazioni l'utilizzo di sospensioni di bentonite permette la stabilizzazione del foro, sigillandone le pareti, impedendo il collasso durante le operazioni, e garantisce il trasporto fuori dallo scavo del residuo solido prodotto (smarino).

Nel caso del Tunnelling e del MicroTunnelling invece il ruolo della bentonite è duplice, da una parte serve come nel caso dei pali e dei diaframmi a stabilizzare il cavo prima dell'installazione del rivestimento definitivo e al trasporto dello smarino verso l'esterno, dall'altra serve come lubrificante evitando o riducendo l'usura degli utensili di scavo.

Un fluido di perforazione deve svolgere diverse funzioni:

- sostegno del foro;
- trasporto dei detriti in superficie;
- riduzione dell'attrito tra gli utensili di scavo e le pareti del foro;
- raffreddamento e pulizia degli utensili di scavo.

A tale scopo nel tempo ha preso piede e si è ampiamente diffuso l'utilizzo dei fluidi bentonitici ottenuti aggiungendo all'acqua poche unità percentuali in peso di bentonite (di norma tra il 4.5% e il 9%), miscelando e lasciando a riposo per garantire la dispersione e l'idratazione delle particelle.

2.1.1 Sostegno del foro

Il fango bentonitico possiede proprietà tixotropiche: con tixotropia si intende il comportamento di un fluido non newtoniano in cui la viscosità diminuisce all'aumentare del tempo di applicazione dello sforzo di taglio a parità di tutte le altre condizioni.

La tixotropia permette al fluido bentonitico di stabilizzare le pareti dello scavo per il tempo necessario a eseguire il getto grazie alla formazione sulle pareti del foro di un film di spessore millimetrico praticamente impermeabile denominato *cake*, *mudcake* o *filtercake*.

Affinché si formi tale membrana scarsamente permeabile è necessario che la pressione del fluido all'interno della perforazione sia sempre superiore alla pressione interstiziale, in questo modo il fango tende a penetrare di pochi millimetri nel terreno circostante; tale filtrazione porta a una riduzione della velocità del fluido e, per quanto detto precedentemente, a un aumento della propria viscosità, andando quindi a creare sul contorno del cavo realizzato mediante la perforazione una parete caratterizzata da coefficienti di permeabilità molto bassi (Figura 1). La bassissima permeabilità che caratterizza il *filtercake* consente di applicare sulla superficie del cavo una tensione efficace stabilizzante pari alla differenza tra la pressione del fango all'interno della perforazione e la pressione dell'acqua interstiziale del terreno.

Attività di Ricerca sull'impatto ambientale delle bentoniti per applicazioni di ingegneria civile.

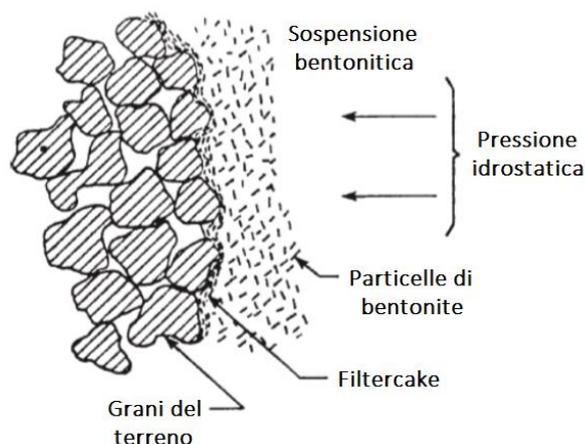


Figura 1: Formazione del filtercake.

Questo procedimento permette di sostenere la superficie scavata (le pareti del foro del palo o del diaframma) fino al momento del getto del calcestruzzo garantendo la possibilità di realizzare il palo o il diaframma con delle geometrie necessarie ad assolvere utilmente il proprio compito.

2.1.2 Il trasporto dei detriti

Oltre alla primaria necessità di garantire la stabilità del foro durante la realizzazione del palo o del diaframma (e, conseguentemente, la minimizzazione degli effetti di detensionamento nelle zone di terreno limitrofe), il fango bentonitico è utilizzato per trasportare verso la superficie e successivamente all'esterno del foro il materiale rimosso dalle attrezzature di scavo, detto smarino.

A seconda delle tecnologie di scavo utilizzate i flussi di fluido bentonitico in ingresso e di fango bentonitico (fluido bentonitico più smarino) in uscita sono gestiti in modo leggermente differenti; tuttavia in tutte le tecnologie un ruolo determinante è svolto dalla densità del fango bentonitico, necessaria a mantenere in sospensione lo smarino e la sua stabilità, intesa come capacità della bentonite di rimanere omogeneamente dispersa nell'acqua e non comportare fenomeni di separazione o sedimentazione.

2.1.3 L'azione lubrificante / la riduzione dell'attrito

Nell'ambito della realizzazione di opere in sotterraneo (gallerie idrauliche, ferroviarie o stradali) sono ampiamente utilizzate tecnologie trenchless quali microtunnelling, spingitubo o, nel caso di grandi diametri, Tunnel Boring Machines.

In questo tipo di applicazioni, le principali funzioni dei fanghi di perforazione sono sia il supporto del foro che l'impermeabilizzazione, per le quali è sufficiente un comportamento tixotropico già descritto, ma anche la lubrificazione per la quale spesso si fa ricorso all'aggiunta di polimeri o alle bentoniti definite "estese" di cui si parlerà approfonditamente nei capitoli seguenti.

Attività di Ricerca sull'impatto ambientale delle bentoniti per applicazioni di ingegneria civile.

L'azione lubrificante serve infatti laddove, a causa delle dimensioni del fronte di scavo e conseguentemente dell'entità degli attriti che si generano tra gli utensili di scavo e il terreno/roccia, è necessario ridurre l'usura degli utensili utilizzando lo stesso fango bentonitico anche come lubrificante.

Nelle applicazioni ingegneristiche che prevedono l'utilizzo di microtunnelling e altre tecnologie no-dig, quindi, spesso si fa ricorso all'utilizzo di bentoniti estese o additivate in cantiere mediante l'aggiunta dei polimeri.

Gli aspetti legati alla composizione delle bentoniti saranno approfonditamente trattati nel seguito di questo documento.

2.1.4 La separazione

Come detto, nel caso di utilizzo dei fanghi bentonitici per la realizzazione di pali e diaframmi, la necessità è quella da una parte di sostenere il cavo durante il tempo necessario a completare la perforazione fino alla quota di progetto e a eseguire il getto di calcestruzzo, ma anche convogliare verso la bocca del foro il materiale scavato.

Durante la realizzazione del foro, infatti, il sistema di circolazione dei fanghi include una linea che convoglia il fluido di perforazione contenente i detriti di scavo in sospensione a un impianto di separazione.

La separazione è essenzialmente descrivibile come una separazione meccanica delle particelle più grossolane (detriti) dal fluido (acqua) e dalle particelle più piccole (bentonite) e comporta una serie di passaggi consecutivi. Il processo è suddiviso in diverse fasi che prevedono una successione di vagli meccanici utili a separare i detriti più grossolani e una centrifuga, un sistema di filtropresse o delle semplici vasche di decantazione per separare le particelle più sottili dall'acqua con l'ausilio di idrocicloni.

La separazione consente da una parte il recupero dello smarino sotto forma di solido privato della maggior parte del fango bentonitico e dall'altra il recupero della bentonite che viene reimpressa in circolo incrementando la velocità di perforazione e riducendo il consumo delle pompe e delle parti soggette a usura.

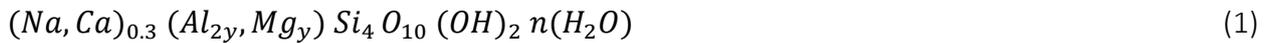
3 Bentoniti

3.1 Il materiale, i prodotti commerciali e la composizione mineralogica

Con bentonite (numero EC 215-108-5, numero CAS 1302-78-9) si intende il nome commerciale di una serie di prodotti a base di argille, principalmente montmorillonite sodica, calcica e potassica; in particolare le bentoniti comunemente in commercio non contengono meno del 60% di smectite e nella maggior parte dei casi superano il 70%. La montmorillonite, infatti, appartiene al gruppo delle smectiti ed è un fillosilicato di alluminio e magnesio la cui struttura cristallina è composta da strati

Attività di Ricerca sull'impatto ambientale delle bentoniti per applicazioni di ingegneria civile.

ottaedrici di allumina (Al_2O_3) interposti tra due strati di tetraedri di silice (SiO_2), la cui formula chimica (1) è di seguito espressa:



Ulteriori minerali che compongono la restante parte della bentonite possono essere altri minerali argillosi quali illite, caolinite etc. oltre che quarzo, cristobalite, zeolite, mica, feldspato e calcite.

La bentonite è originata dalla devetrificazione o decomposizione parziale di ceneri vulcaniche vetrose, di tufi vulcanici o colate laviche, o anche dalla decomposizione di intrusivi ipoabissali.

La bentonite è di per sé una risorsa naturale non rinnovabile che si trova nel sottosuolo di particolari zone in Italia e nel mondo, estratta mediante procedimenti meccanici tipici della tradizione mineraria.

A causa della sua composizione mineralogica di natura impura di fillosilicato di alluminio, le particelle di bentonite hanno una notevole capacità di assorbimento dell'acqua: consistono infatti in sottilissimi fogli cristallini di minerali argillosi con carica negativa raggruppati in pacchetti da ioni positivi di sodio, potassio, magnesio o calcio in uno strato di acqua assorbita. Gli ioni calcio forniscono un legame più forte rispetto agli ioni sodio, per cui la montmorillonite calcica, così come quella magnesiacca, è meno efficace nel trattenere molecole d'acqua rispetto a quella sodica. Gli ioni potassio stabiliscono legami ancora più forti tra i foglietti di argilla in quanto la loro dimensione è tale da non permettere che ci siano spazi tra questi. Dunque la sostituzione del sodio con calcio, magnesio o potassio nella montmorillonite riduce notevolmente la capacità di assorbimento dell'acqua.

Da quanto detto si evince che la tipologia di bentonite più efficace per gli scopi ingegneristici è quella sodica.

3.2 Il processo produttivo

Il processo produttivo prevede, a partire dal materiale estratto, una prima fase di purificazione al fine di ridurre la presenza di eventuali impurezze mineralogiche indesiderate. Successivamente può essere necessaria l'attivazione, qualora si tratti di bentonite calcica o magnesiacca: tramite l'aggiunta di carbonato di sodio (Na_2CO_3) o soda ($NaOH$) si favorisce la sostituzione tra i cationi Ca^{2+} (Mg^{2+}) e Na^+ nello spazio intra-lamellare al fine di ottenere una bentonite sodica con migliori prestazioni in termini di assorbimento d'acqua e potere rigonfiante (Figura 2, Figura 3).

Attività di Ricerca sull'impatto ambientale delle bentoniti per applicazioni di ingegneria civile.

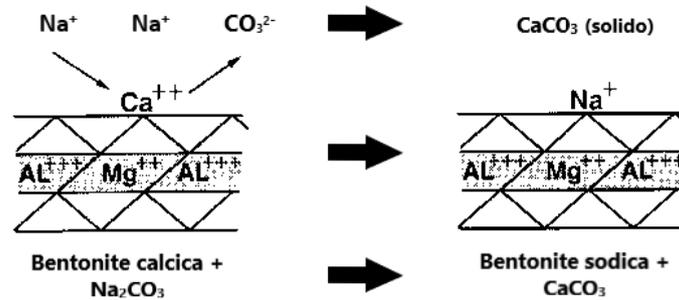


Figura 2: Schema di attivazione della bentonite calcica con carbonato di sodio.

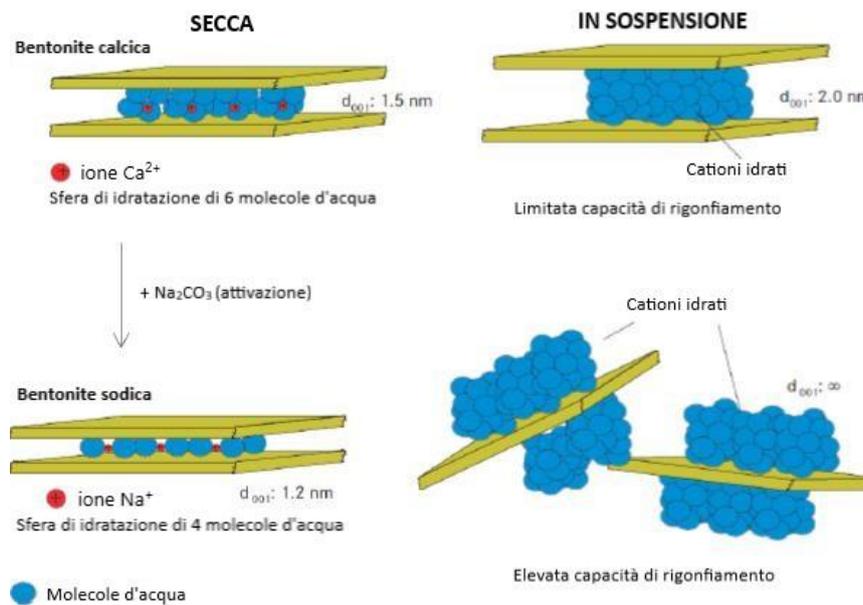


Figura 3: Confronto tra bentonite calcica e sodica.

Segue una fase di essiccazione a temperatura controllata (non oltre i 500°C) per ridurre l'umidità evitando la rimozione dell'acqua interstiziale che inertizzerebbe la bentonite. Infine viene eseguita la macinazione o il setacciamento a seconda del tipo di applicazione per conferire alla bentonite la granulometria desiderata.

Per alcune specifiche applicazioni la bentonite viene additivata, o più propriamente "estesa", con l'aggiunta di additivi a seconda della funzione da assolvere. In questa fase che caratterizza alcuni prodotti commerciali vengono introdotti polimeri naturali come amidi e cellulose, sintetici come i poliacrilati (PA), o ancora semi-sintetici come le carbossimetilcellulose (CMC) o le cellulose polianioniche (PAC). Gli additivi comunemente utilizzati nei fluidi di perforazione sono classificati in:

- viscosizzanti;
- fluidificanti;
- disperdenti;
- emulsionanti;

Attività di Ricerca sull'impatto ambientale delle bentoniti per applicazioni di ingegneria civile.

- inibitori di corrosione;
- flocculanti;
- controllori di pH;
- inibitori dell'attività delle argille;
- conservanti.

3.3 I prodotti commerciali

In commercio esistono diversi prodotti che rispondono al nome di "bentonite". Questi prodotti commerciali includono bentoniti calciche e sodiche, naturali ed estese (mediante l'aggiunta di polimeri naturali o sintetici).

Questi prodotti devono essere accompagnati da una scheda tecnica che le identifichi nelle categorie sopra menzionate con specifico riferimento alla presenza di additivi. La dicitura "non estesa", "priva di additivi/polimeri" o "polymer free" è necessaria per escludere la presenza di additivi naturali o sintetici.

Nel caso di bentoniti estese, l'eventuale presenza di sostanze pericolose per l'uomo o per l'ambiente deve essere specificata mediante l'accompagnamento di schede di sicurezza del prodotto contenente tutte le classi di rischio e le informazioni necessarie a trattare il prodotto con le opportune precauzioni.

4 Aspetti ambientali legati all'utilizzo delle bentoniti

4.1 Indicazioni generali

Dal punto di vista ambientale e della salvaguardia della salute, la bentonite non è considerata pericolosa né per l'ambiente né per l'uomo secondo il Regolamento EC 1272/2008 e la Direttiva 67/548/EC attualmente in vigore.

La bentonite non è separatamente classificata dall'Occupation Health and Safety Administration (OSHA) e non è stata classificata come cancerogeno dall'OSHA, dall'Agenzia Internazionale per la Ricerca sul Cancro (IARC) e dal Programma Tossicologico Nazionale (NTP).

La bentonite è esente dalla Registrazione REACH secondo l'allegato V.7. Una valutazione del rischio è stata condotta con la supervisione della European Bentonite Association (EUBA) e il risultato è che la bentonite non è una sostanza pericolosa. Perciò, in assenza di rischi identificati, l'impiego della sostanza è considerato sicuro.

Nelle bentoniti estese la presenza di composti organici polimerici o monomerici nei prodotti commerciali impiegati per la preparazione dei fanghi bentonitici provoca l'instaurarsi di interazioni fra la miscela e il terreno con cui entra in contatto, in particolare con la microflora e/o la microfauna. L'interazione può causare effetti eco-tossici a seconda della tipologia di interazione che si instaura in

Attività di Ricerca sull'impatto ambientale delle bentoniti per applicazioni di ingegneria civile.

funzione delle condizioni ambientali e del terreno, della presenza o meno di ossigeno disciolto, delle caratteristiche intrinseche dei composti presenti nella miscela bentonitica e della compresenza di determinati composti nello stesso ambiente, in parte o del tutto provenienti dalla miscela bentonitica e in parte dal terreno.

Nonostante non siano tossici, i polimeri sintetici a base di poliacrilati degradano molto lentamente e di conseguenza permangono nel materiale di scavo. Materiali semi-sintetici come le carbossimetilcellulose (CMC) o le cellulose polianioniche (PAC) degradano molto più velocemente e non sono tossiche. Recentemente è stato registrato un incremento dell'utilizzo di polimeri naturali biodegradabili, i quali sono però spesso trattati con biocidi per controllare il tasso di decomposizione e rallentare i fenomeni di degradazione delle caratteristiche fisiche e reologiche dei fluidi. Agenti condizionanti particolarmente sicuri dal punto di vista ambientale sono quelli basati su materiali naturali come la gomma Guar, gli Xanthani o i gel di semi di carruba.

In ogni caso, da questo punto di vista, non sembra ragionevole a priori estendere quanto inserito nei primi capoversi di questo paragrafo indistintamente a tutte le bentoniti intese come prodotti commerciali, includendo in questa categoria anche le bentoniti estese mediante l'aggiunta di polimeri sintetici o naturali.

Esiste in questi casi la possibilità di eseguire studi sperimentali finalizzati a definire potenziali effetti eco-tossicologici in relazione a specifici prodotti, applicazioni e terreni interessati.

Lo studio per individuare il possibile impatto ambientale delle miscele bentonitiche deve quindi partire dallo studio del materiale solido commerciale, analizzandone in primis parametri aggregati caratterizzanti, quali pH e carico organico totale (TOC). Successivamente si deve individuare l'eventuale presenza di metalli pesanti, che potrebbero essere presenti come "by-products" durante il processo di lavorazione del materiale (in quanto vengono impiegati come catalizzatori nella produzione degli additivi organici). Infine, una volta preparata la miscela bentonitica, è bene studiare le caratteristiche della fase liquida, dopo aver eseguito il processo di separazione liquido/solido, così da individuare eventuali fenomeni di trasporto di materia dal materiale solido alla fase liquida in contatto.

Gli additivi organici, comunemente denominati "polimeri", possono essere aggiunti anche durante la miscelazione della bentonite commerciale con l'acqua di miscelazione, per i motivi già brevemente discussi. La caratterizzazione di questi additivi risulta essere simile a quella eseguita sulla fase liquida della miscela bentonitica, in quanto prevede sia una fase di caratterizzazione chimica che ecotossicologica.

4.2 Il riutilizzo delle terre e rocce da scavo come sottoprodotto

In base al DPR 120/2017 è possibile definire il terreno scavato quale sottoprodotto in funzione di determinate caratteristiche chimico-fisiche. Nel dettaglio, rispetto alla classe dei sottoprodotti, il DPR riporta quanto segue: il rispetto dei requisiti di qualità ambientale di cui all'articolo 184-bis, comma

Attività di Ricerca sull'impatto ambientale delle bentoniti per applicazioni di ingegneria civile.

1, lettera d), del decreto legislativo 3 aprile 2006, n. 152, per l'utilizzo delle terre e rocce da scavo come sottoprodotti, è garantito quando il contenuto di sostanze inquinanti all'interno delle terre e rocce da scavo, comprendenti anche gli additivi utilizzati per lo scavo, sia inferiore alle Concentrazioni Soglia di Contaminazione (CSC), di cui alle colonne A e B, Tabella 1, Allegato 5, al Titolo V, della Parte IV, del Decreto Legislativo 3 aprile 2006, n. 152, con riferimento alla specifica destinazione d'uso urbanistica, o ai valori di fondo naturali.

Qualora per consentire le operazioni di scavo sia previsto l'utilizzo di additivi che contengono sostanze inquinanti non comprese nella citata tabella, il soggetto proponente fornisce all'Istituto Superiore di Sanità (ISS) e all'Istituto Superiore per la Protezione e la Ricerca Ambientale (ISPRA) la documentazione tecnica necessaria a valutare il rispetto dei requisiti di qualità ambientale di cui all'articolo 4.

Senza la pretesa di essere esaustivi in questo paragrafo si vuole sottolineare come, per quanto contenuto nel presente documento, nel caso delle bentoniti non estese, si può escludere la presenza di sostanze inquinanti e pertanto, ai fini della caratterizzazione come sottoprodotto, sarà sufficiente l'esecuzione dei test di cui alle colonne A e B, Tabella 1, Allegato 5, al Titolo V, della Parte IV, del Decreto Legislativo 3 aprile 2006, n. 152, con riferimento alla specifica destinazione d'uso urbanistica, o ai valori di fondo naturali previsti in ogni caso.

Nel caso in cui invece si volesse inserire la possibilità di utilizzo delle bentoniti estese, e in particolar modo per le bentoniti estese con polimeri di origine non naturale, in assenza di informazioni sul profilo eco-tossicologico dei citati polimeri, sembra più opportuno in via del tutto cautelativa riferirsi al caso in cui "sia previsto l'utilizzo di additivi che contengono sostanze inquinanti" e pertanto che il soggetto proponente fornisca all'Istituto Superiore di Sanità (ISS) e all'Istituto Superiore per la Protezione e la Ricerca Ambientale (ISPRA) la documentazione tecnica necessaria a valutare il rispetto dei requisiti di qualità ambientale di cui all'articolo 4.

4.3 L'utilizzo di bentoniti nella realizzazione di pali e diaframmi

Nell'ambito della realizzazione di pali e diaframmi la bentonite è contenuta dal filter cake all'interno del foro scavato; lo strato di pochi millimetri di spessore (variabile a seconda della granulometria del terreno) infatti è proprio ciò che isola il foro e permette contestualmente la stabilizzazione dello stesso. **La tenuta del filter cake consente quindi di escludere anche fenomeni di interazione tra la bentonite e il terreno scavato all'interno del palo/diaframma con l'ambiente circostante.**

A questo proposito si deve ricordare come, nell'ingegneria ambientale, i pannelli di bentonite trovano una delle più apprezzate applicazioni proprio come sistemi di isolamento e contenimento degli inquinanti organici e inorganici.

Gli eventuali rischi legati all'utilizzo della bentonite si devono quindi andare a ricercare, non tanto durante le attività di realizzazione del palo o del diaframma, quanto nell'interazione con il terreno

Attività di Ricerca sull'impatto ambientale delle bentoniti per applicazioni di ingegneria civile.

scavato e nelle eventuali successive fasi di riutilizzo dello smarino e di smaltimento del fango bentonitico alla fine delle attività.

In questo senso l'unico elemento potenzialmente critico sembra legato all'utilizzo di bentoniti estese e, in particolare, ai prodotti estesi mediante polimeri di origine non naturale.

Nell'ambito della realizzazione dei pali e dei diaframmi, come specificato nei capitolati relativi a pali e micropali e relativi a paratie di pali, diaframmi e palancole di Italferr, le norme di riferimento riguardanti le proprietà dei fanghi stabilizzanti sono:

- UNI EN 1536:2015 "Esecuzione di lavori geotecnici speciali – Pali trivellati";
- UNI EN 1538:2015 "Esecuzione di lavori geotecnici speciali – Diaframmi".

Vengono riportate nella sottostante Tabella 1 le caratteristiche della sospensione di bentonite fresca indicate dalle normative.

Tabella 1: Caratteristiche della sospensione di bentonite fresca indicate dalle normative

Proprietà	Valore	Unità di misura
Densità	< 1.10	g/cm ³
Viscosità Marsh	32 ÷ 50	s
Fluid loss	< 30	cm ³
pH	7 ÷ 11	-
Spessore filtercake	<3	mm

Ai fini della valutazione dell'impatto ambientale delle bentoniti utilizzate per queste attività è dirimente riuscire a determinare se tali applicazioni possono essere eseguite secondo le prescrizioni dei capitolati precedentemente citati utilizzando bentoniti non estese.

In merito, nei seguenti paragrafi sono stati raccolti dati sperimentali di letteratura acquisiti nell'ambito da attività di Ricerca svolte alla Sapienza utili a dimostrare che esistano bentoniti commerciali non estese in grado di garantire il soddisfacimento di tali requisiti senza la necessità di aggiungere polimeri o altri additivi di qualsiasi natura.

I dati proposti fanno riferimento a prodotti commerciali (Laviosa Bentosund 120 E e Laviosa Bentosund 120 ET) disponibili sul mercato e attualmente utilizzati per la realizzazione di pali e diaframmi. L'utilizzo di prodotti commerciali è finalizzato a dimostrare concretamente la possibilità di realizzare pali e diaframmi senza fare ricorso a bentoniti estese. Le successive fasi sperimentali dell'attività di Ricerca in corso contemplerà l'utilizzo di più prodotti commerciali da diversi fornitori.

4.3.1 Densità

In riferimento ad attività sperimentali condotte, sono riportati nella seguente Figura 4 i valori di densità ottenuti da prove eseguite su un fango costituito da bentonite sodica naturale (Laviosa Bentosund 120 ET) a diverse concentrazioni ed il limite imposto dalla normativa.

Attività di Ricerca sull'impatto ambientale delle bentoniti per applicazioni di ingegneria civile.

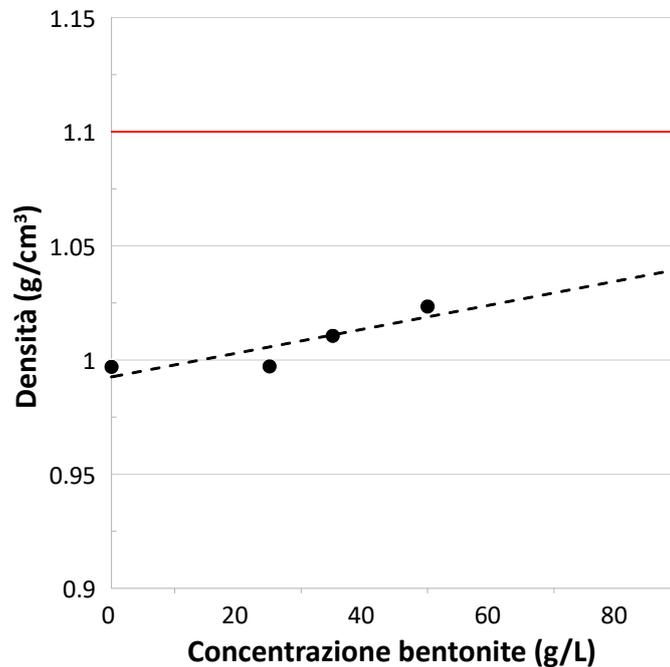


Figura 4: Valori di densità ottenuti a diverse concentrazioni di bentonite, interpolazione lineare di tali valori e limite imposto dalla normativa.

Dai risultati ottenuti e dall'interpolazione effettuata è possibile osservare come i limiti di normativa siano ampiamente rispettati per le concentrazioni di bentonite sodica naturale testate pari a 25 g/L, 35 g/L e 50 g/L, corrispondenti alle percentuali in peso di 2.5%, 3.5% e 5% e fino a circa il 9%.

4.3.2 Viscosità Marsh

In riferimento ad attività sperimentali condotte, sono riportati nella seguente Figura 5 i valori di viscosità Marsh ottenuti da prove eseguite su un fango costituito da bentonite sodica naturale (Laviosa Bentosund 120 ET) a diverse concentrazioni e i limiti imposti dalla normativa.

Attività di Ricerca sull'impatto ambientale delle bentoniti per applicazioni di ingegneria civile.

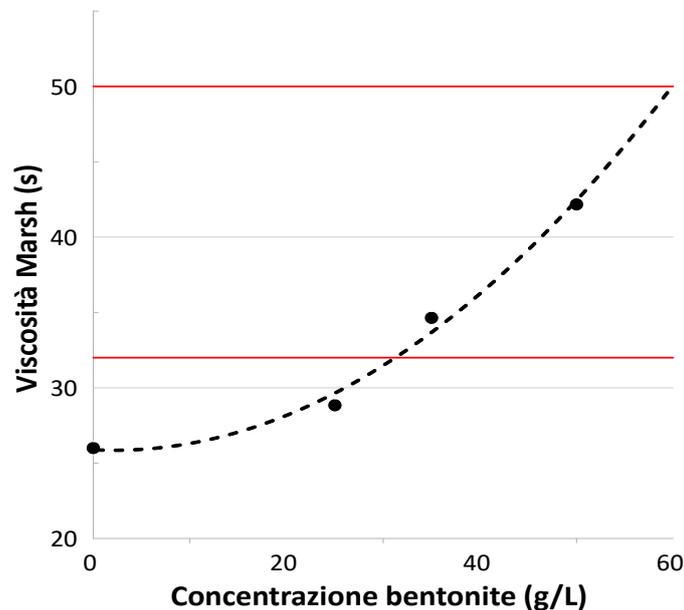


Figura 5: Valori di viscosità Marsh ottenuti a diverse concentrazioni di bentonite, interpolazione polinomiale di tali valori e limite imposto dalla normativa.

Dai risultati ottenuti e dall'interpolazione effettuata è possibile osservare come per concentrazioni di bentonite sodica naturale comprese tra 32 g/L e 60 g/L (ovvero 3.2% e 6%) i limiti di normativa siano rispettati.

4.3.3 Fluid loss

Dalla scheda tecnica delle bentoniti sodiche naturali Laviosa Bentosund 120E ed ET, è possibile apprendere come, per una concentrazione pari al 5%, il fluid loss del fango bentonitico dopo 24 ore di maturazione sia rispettivamente compreso tra 20-25 e inferiore a 25 ml e dunque rispetti i limiti di normativa.

4.3.4 pH

In riferimento ad attività sperimentali condotte, è possibile osservare come il valore di pH ottenuto analizzando il liquido derivante dalla centrifugazione del fango bentonitico costituito da bentonite sodica naturale (Laviosa Bentosund 120 ET) ad una concentrazione del 4.5% risulti essere pari a 9.6 e dunque rispetti i limiti imposti dalla normativa.

Inoltre, dalla scheda tecnica delle bentoniti sodiche naturali Laviosa Bentosund 120E ed ET è possibile apprendere come, per una concentrazione pari al 5%, il valore di pH ottenibile dal fango bentonitico dopo 24 ore di maturazione sia rispettivamente compreso tra 8.5-10.5 e 7- 11 e dunque rispetti i limiti di normativa.

Attività di Ricerca sull'impatto ambientale delle bentoniti per applicazioni di ingegneria civile.

4.3.5 Spessore del filtercake

Dalla scheda tecnica delle bentoniti sodiche naturali Laviosa Bentosund 120E ed ET è **possibile apprendere come, per una concentrazione pari al 5%, lo spessore del filtercake ottenibile dal fango bentonitico dopo 24 ore di maturazione sia rispettivamente compreso tra 1-1.5 e inferiore a 3 mm e dunque rispetti i limiti di normativa.**

4.3.6 Commenti

Appare quindi chiaro come sia appropriato, in questa fase progettuale fare riferimento alle bentoniti naturali in quanto è stata verificata l'esistenza di più di una bentonite naturale non estesa disponibile in commercio in grado di garantire il rispetto dei requisiti previsti dai capitolati e dalle normative di riferimento senza includere composti potenzialmente dannosi per l'ambiente. Questo rende non necessario l'utilizzo di bentoniti estese ai fini della realizzazione degli interventi previsti dal Progetto.

La possibilità di proporre, nelle successive fasi progettuali (Progettazione Esecutiva) l'utilizzo di bentoniti estese o di polimeri o additivi non è comunque da escludere ma si ritiene sia opportuno subordinare tale utilizzo, soprattutto nel caso di bentoniti estese con polimeri non naturali, allo svolgimento di studi di caratterizzazione chimica ed eco-tossicologica degli stessi finalizzata ad escludere effetti dannosi sull'ambiente.

5 Conclusioni

A conclusione della seguente trattazione, appare utile raccogliere alcuni dei punti più rilevanti raccolti nel presente documento.

- con bentonite si intende il nome commerciale di una serie di prodotti contenenti non meno del 60% e generalmente almeno il 70% di smectite (solitamente montmorillonite, fillosilicato di alluminio e magnesio) considerata, dal punto di vista geotecnico, ricadente nella categoria delle argille;
- per la restante parte le bentoniti naturali, o non estese, includono la presenza di altri minerali argillosi quali illite, caolinite, oltre che quarzo, cristobalite, zeolite, mica, feldspato e calcite, mentre nel caso delle bentoniti estese si trova inoltre l'aggiunta di additivi o polimeri naturali come amidi e cellulose, sintetici come i poliacrilati (PA), o ancora semi-sintetici come le carbossimetilcellulose (CMC) o le cellulose polianioniche (PAC);
- in commercio esistono diversi prodotti commerciali che rispondono al nome di "bentonite" tra i quali bentoniti calciche, magnesiache e sodiche, naturali ed estese (mediante l'aggiunta di polimeri naturali o sintetici);
- dal punto di vista dei rischi per la salute dell'uomo e dell'ambiente la bentonite:
 - o non è considerata pericolosa né per l'ambiente né per l'uomo secondo il Regolamento EC 1272/2008 e la Direttiva 67/548/EC attualmente in vigore;

Attività di Ricerca sull'impatto ambientale delle bentoniti per applicazioni di ingegneria civile.

- non è separatamente classificata dall'Occupation Health and Safety Administration (OSHA);
 - non è stata classificata come cancerogeno dall'OSHA, dall'Agenzia Internazionale per la Ricerca sul Cancro (IARC) e dal Programma Tossicologico Nazionale (NTP);
 - è esente dalla Registrazione REACH secondo l'allegato V.7;
 - è stata definita una sostanza non pericolosa a seguito di una valutazione del rischio condotta con la supervisione della European Bentonite Association (EUBA).
- nonostante non siano tossici, i polimeri sintetici presenti nelle bentoniti estese degradano molto lentamente e di conseguenza permangono nel materiale di scavo; i polimeri naturali basati su materiali naturali come gomma di Guar, Xanthani o gel di semi di carruba sono generalmente considerati particolarmente sicuri dal punto di vista ambientale;
 - la tenuta del filter cake che si crea al contorno del foro scavato necessaria alla corretta realizzazione di pali e diaframmi consente di escludere in ogni caso fenomeni di interazione tra la bentonite e il terreno scavato all'interno del palo/diaframma con l'ambiente circostante. Il meccanismo è concettualmente analogo a quello dei pannelli di bentonite che trovano una delle più apprezzate applicazioni proprio come sistemi di isolamento e contenimento degli inquinanti organici e inorganici;
 - nel caso delle bentoniti non estese, si può escludere la presenza di sostanze inquinanti e pertanto, ai fini della caratterizzazione come sottoprodotto, sarà sufficiente l'esecuzione dei test di cui alle colonne A e B, Tabella 1, Allegato 5, al Titolo V, della Parte IV, del Decreto Legislativo 3 aprile 2006, n. 152, con riferimento alla specifica destinazione d'uso urbanistica, o ai valori di fondo naturali;
 - nel caso invece delle bentoniti estese, e in particolar modo per le bentoniti estese con polimeri di origine sintetica o semi-sintetica, in assenza di informazioni sul profilo eco-tossicologico dei citati polimeri, sembra più opportuno in via del tutto cautelativa riferirsi al caso in cui "sia previsto l'utilizzo di additivi che contengono sostanze inquinanti" e pertanto che il soggetto proponente fornisca all'Istituto Superiore di Sanità (ISS) e all'Istituto Superiore per la Protezione e la Ricerca Ambientale (ISPRA) la documentazione tecnica necessaria a valutare il rispetto dei requisiti di qualità ambientale di cui all'articolo 4;
 - esistono bentoniti naturali non estese disponibili in commercio in grado di garantire il rispetto dei requisiti dai capitolati e dalle normative di riferimento per la realizzazione di pali e diaframmi senza includere composti potenzialmente dannosi per l'ambiente; questo rende non necessario l'utilizzo di bentoniti estese ai fini della realizzazione degli interventi descritti.
 - la possibilità di proporre, nelle fasi successive della progettazione (Progetto Esecutivo), l'utilizzo di bentoniti estese o di polimeri o additivi per la realizzazione di pali e diaframmi non è comunque da escludere ma si ritiene sia opportuno subordinare tale utilizzo, soprattutto nel caso di bentoniti

Attività di Ricerca sull'impatto ambientale delle bentoniti per applicazioni di ingegneria civile.

estese con polimeri non naturali, allo svolgimento di studi di caratterizzazione chimica ed ecotossicologica degli stessi finalizzata ad escludere effetti dannosi sull'ambiente.

Attività di Ricerca sull'impatto ambientale delle bentoniti per applicazioni di ingegneria civile.

6 Bibliografia

- Bohnhoff G., Shackelford C., Malusius M., Scalia J., Benson C., Edil T., Di Emidio G., Katsumi T., Mazzieri F., "Novel bentonites for containment barrier applications", 2013.
- Decreto legislativo 3 aprile 2006 numero 152, "Norme in materia ambientale (DL 152/06)", 2006.
- Decreto del presidente della Repubblica 13 giugno 2017 numero 120, "Regolamento recante la disciplina semplificata della gestione delle terre e rocce da scavo (DPR 120/17)", 2017.
- Ente Italiano di Normazione, "Esecuzione dei lavori geotecnici speciali – Pali trivellati (UNI EN 1536:2015)", 2015.
- Ente Italiano di Normazione, "Esecuzione dei lavori geotecnici speciali – Diaframmi (UNI EN 1538:2015)", 2015.
- Ente Italiano di Normazione, "Industrie del petrolio e del gas naturale – Materiali per fluidi di perforazione – Specificazioni e prove (UNI EN ISO 13500:2011)", 2011.
- Inglethorpe S. D. J., Morgan D. J., Highley D. E., Bloodworth A. J., "Industrial Minerals Laboratory Manual: Bentonite", 1993.
- Karagüzel C., Çetinel T., Boylu F., Çinku K., Çelik M. S., "Activation of (Na, Ca)-bentonites with soda and MgO and their utilization as drilling mud", 2010.
- Laviosa Chimica Mineraria SpA, "Bentosund 120 E Technical Data Sheet".
- Laviosa Chimica Mineraria SpA, "Bentosund 120 ET Technical Data Sheet".
- Luckham P. F., Rossi S., "The colloidal and rheological properties of bentonite suspensions", 1999.
- Mewis J., Wagner N. J., "Thixotropy", 2009.
- Miliziano S., Mascarucci Y., Rotisciani G. M., Sacconi S., Marcellino P., "Pali trivellati", 2019.
- Milligan G., "Lubrication and soil conditioning in tunnelling, pipe jacking and microtunnelling", 2000.
- Singh Dhiman A., "Rheological properties and corrosion characteristics of drilling mud additives", 2012.